

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»  
Институт инженерно-педагогического образования  
Кафедра технологии машиностроения, сертификации  
и методики профессионального обучения

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ Н.В.Бородина  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018г.

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА  
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ  
«КОРПУС РЕДУТОРА ПОГРУЗЧИКА»**

Выпускная квалификационная работа  
По направлению подготовки 44.03.04  
Профессиональное обучение (по отраслям)  
Профиля подготовки «Машиностроение и материалобработка»  
Профилизации «Технологии и оборудование машиностроения»

Идентификационный код: 302

Исполнитель:

студент группы ЗТО-405С

Р.В.Чугаев

Руководитель:

канд.пед.наук

Т.Б. Соколова

Екатеринбург 2018

					ДП 44.03.04.302 ПЗ	
						1

## АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа содержит 102 листа машинописного текста, 45 таблиц, 12 рисунков, 55 использованных источников литературы, 2 приложения на 10 листах.

Ключевые слова: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, СТАНОК С ЧПУ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ, РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ, ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ, БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА, РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ.

Цель данной работы - совершенствование технологического процесса механической обработки детали «Корпус редуктора погрузчика».

В результате проделанной работы был предложен технологический процесс в условиях, предприятия ПАО «МЗиК».

В технологической части разработанного проекта производятся расчеты припусков на обработку, расчеты точности обработки, расчет режимов резания, расчет технических норм времени.

В экономической части выполняется расчёт капитальных затрат на обработку детали «Корпус редуктора погрузчика» по предложенному технологическому процессу.

В методической части выпускной квалификационной работы проанализированы профессиональные стандарты «Оператор-наладчик обрабатывающих центров». Методическая часть разработана для слушателей, обучающихся в учебном центре ПАО «МЗиК». Для формирования знаний в области программирования станков с ЧПУ разработана методика проведения занятия, методическое обеспечение теоретического обучения по теме «Общие сведения о системе управления ЧПУ Heidenhain 530» в виде презентации на 19 слайдах и конспекта занятия. Выполнен комплекс материалов для контроля сформированности знаний.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	7
1.1. Исходные данные.....	7
1.1.1. Служебное назначение и техническая характеристика детали.....	7
1.1.2 Анализ технологичности конструкции детали.....	8
1.1.3. Определение типа производства.....	11
1.2. Разработка технологического процесса обработки детали.....	12
1.2.1. Выбор исходной заготовки и метода ее получения.....	12
1.2.2. Выбор технологических баз.....	13
1.2.3. Разработка технологического процесса.....	16
1.2.4. Выбор средств технологического оснащения.....	18
1.2.4.1. Выбор технологического оборудования.....	19
1.2.4.2. Выбор режущего инструмента.....	21
1.2.5. Выбор средств технического контроля.....	28
1.3. Технологические расчеты.....	29
1.3.1. Расчет припусков на обработку детали.....	29
1.3.2. Расчет и назначение режимов резания.....	34
1.3.3. Расчёт технологических норм времени.....	38
1.3.4. Разработка управляющей программы.....	43
2. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	49
3. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	67
3.1. Анализ профессионального стандарта по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ».....	69
3.2. Анализ учебно-программной документации.....	73
3.3. Разработка методики проведения занятия по теме «Основные и вспомогательные функции» .....	77

3.4. Разработка методического обеспечения для проведения занятия.....	92
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	96
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	97
ПРИЛОЖЕНИЕ А. БЛАНК ЗАДАНИЯ.....	103
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. КОМПЛЕКТ СЛАЙДОВ .....	104

## ВВЕДЕНИЕ

Машиностроение - ведущий комплекс отраслей в промышленности. Уровень его развития определяет дальнейшее развитие всей промышленности и тесно связанных с ним отраслей. Ясно, что темпы экономического роста производства, увеличение внутреннего валового продукта зависят от уровня развития и оснащения машиностроительного производства. Именно в нем материализуются основополагающие идеи науки и техники, создаются новые орудия труда, системы, машины, определяющие прогресс в отраслях народного хозяйства.

Именно здесь закладываются основы широкого выхода на принципиально новые ресурсосберегающие технологии, повышение производительности труда и качества продукции.

Эффективность производства, его технический прогресс, качество выпускаемой продукции во многом зависят от опережающего развития инструмента, станков, машин, агрегатов, оснастки и т.д.

В данном дипломном проекте усовершенствован технологический процесс механообработки детали «Корпус» в условиях действующего предприятия ПАО «МЗиК».

Деталь «Корпус редуктора погрузчика» является изделием, входящим в конструкцию дизельного погрузчика грузоподъемностью 3500кг. Корпус изготавливается из сплава алюминия АК7ч ГОСТ 1583-93, служит для размещения в нем сборочных единиц и деталей.

В технологическом процессе использовалось прогрессивное оборудование, высокопроизводительный инструмент и специальное приспособление, что значительно снижает себестоимость детали.

Основные задачи дипломного проекта:

- усовершенствовать техпроцесс для условий среднесерийного производства;

- наладить годовой выпуск продукции до 500 штук в год;
- применить высокопроизводительное оборудование с ЧПУ;
- выполнить основные технологические расчеты;
- предложить меры по безопасности жизнедеятельности и охране окружающей среды;
- разработать методику проведения урока теоретического обучения для операторов станков с ЧПУ.

На решение поставленных задач и направлена разработка данной выпускной квалификационной работы.

# 1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

## 1.1. Исходные данные

Рабочий чертеж детали.

Программа выпуска -500 шт. в год.

### 1.1.1. Служебное назначение и техническая характеристика детали

Деталь «Корпус редуктора погрузчика» является изделием, входящим в конструкцию дизельного погрузчика грузоподъемностью 3500 кг. Корпус изготавливается из сплава алюминия АК7ч ГОСТ 1583-93, служит для размещения в нем сборочных единиц и деталей. Корпус выполняет несколько функций. Первой является функция по определению взаимного положения частей механизма и обеспечению их взаимодействия. Вторая функция – защитная. Корпус предохраняет находящиеся внутри механизмы от внешних воздействий, таких как удары, вибрации, попадание влаги.

Габаритные размеры детали: диаметр 460 мм, высота 113 мм. Деталь «Корпус редуктора погрузчика» имеет сложную геометрическую форму. Для обеспечения работоспособности Корпуса наружные и внутренние поверхности рассматриваемой детали должны быть выполнены с достаточной точностью по размерам, шероховатости и по их взаимному расположению. Поэтому в чертеже присутствует немало технических требований по взаимному расположению поверхностей.

Конструкция детали «Корпус редуктора погрузчика» имеет высокие требования к точности изготовления размеров отверстий Ø155Н7, Ø420h7, Ø80Н7, Ø138Н7, Ø125Н7 точности взаимному расположения осей Ø155Н7 и Ø80Н7, Ø138Н7, Ø125Н7, а также к шероховатости поверхностей Ø125Н7, Ø55Н7, Ø138Н7, Ø55Н7, Ø35Н7.

					ДП 44.03.04.302 ПЗ	
						7

Химический состав сплава марки АК7ч приведён в таблице 1, а механические свойства в таблице 2.

Таблица 1 – Химический состав сплава АК7ч (ГОСТ 1583-93),%

Содержание основных компонентов		Содержание примесей (не более)		
Al	Si	Mg	Zn	Fe
Основа	6,0-8,0	0,45	0,5	1,0

Таблица 2 – Механические свойства сплава АК7ч (ГОСТ 1583-93)

σвр. МПа	δ, %	НВ
157	2	50

Выбор материала основан на том, что Корпус редуктора погрузчика имеет сложную конфигурацию, а сплав АК7ч обладает высокими литейными качествами, что позволяет добиться форм отливки максимально приближенной к конфигурации детали. При обрабатываемости резанием превосходит многие алюминиевые сплавы. По условию корпус детали работает при высоких механических нагрузках, а так как в сплав АК7ч имеет высокие механические свойства за счет образования соединения  $Mg_2Si$ , которое влияет на прочность сплава, то применение данного материала считаю обоснованным.

### 1.1.2. Анализ технологичности конструкции детали

Под технологичностью конструкции понимается свойство обеспечивать возможность изготовления детали методом высокопроизводительной технологии с минимальным припуском, с минимальной трудоемкостью, себестоимостью производства без снижения эксплуатационных качеств машин.

Основным направлением обеспечения технологичности конструкции деталей является следующие:





где  $M$  - масса готовой детали, кг ;

$M_m$  - масса материала, израсходованного на изготовление детали, кг .

$$K_{им} = \frac{17,7}{19,6} = 0,9,$$

На основании выполненного анализа и расчетных показаний, деталь считается технологичной, и ее изготовление возможно на станках с ЧПУ.

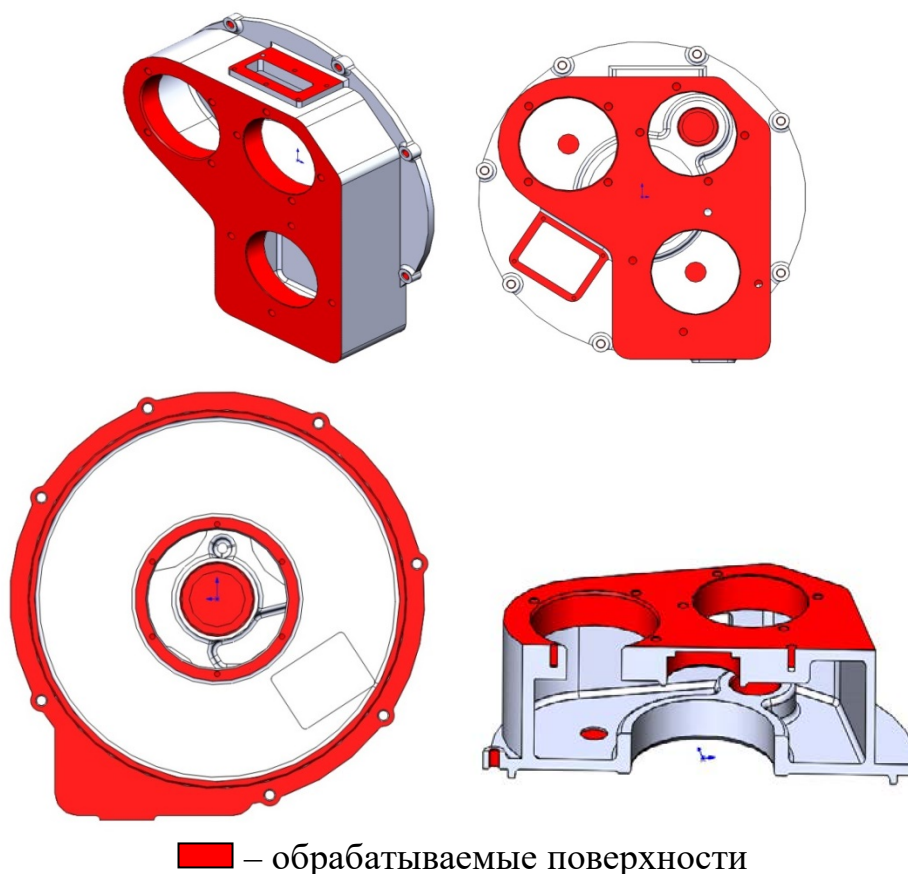


Рисунок 1 – Деталь Корпус редуктора погрузчика

Конструкция детали позволяет выполнять обработку на прогрессивном оборудовании. В детали отсутствуют не технологические элементы конструкции.

В чертеже «Корпус редуктора» представлен полный перечень технических требований, предъявляемых к деталям типа корпус. На чертеже представлены все необходимые размеры, виды и сечения для точного представления формы детали.

### 1.1.3. Определение типа производства

Тип производства - это классификационная категория производства, определяемая по признакам широты номенклатуры, регулярности и объема выпуска изделий. Различают три типа производства: единичное, серийное, массовое.

Таблица 3 - Зависимость типа производства от объема годового выпуска и массы детали

Масса детали, кг	Тип производства				
	единичное	мелкосерийное	среднесерийное	крупносерийное	массовое
1	2	3	4	5	6
< 1,0	< 10	10-2000	1500-100000	75000-200000	200000
1,0-2,5	< 10	10-1000	1000-50000	50000-100000	100000
2,5-5,0	< 10	10-500	500-35000	35000-75000	75000
5,0-10	< 10	10-300	300-25000	25000-50000	50000
> 10	< 10	10-200	200-10000	10000-25000	25000

На первом этапе проектирования тип производства ориентировочно может быть определен в соответствии с таблицей 2.1 от массы детали и объема выпуска.

Для массы детали менее 17,7 кг и объемом годового выпуска деталей от 500 тип производства считается среднесерийным.

Размер производственной партии деталей в среднесерийном производстве может быть определен по формуле

$$n = \frac{N \cdot a}{247} = \frac{500 \cdot 7}{247} \approx 14 \text{ шт},$$

где N – годовой объем выпуска деталей;

$a = 6...10$  – число дней запаса деталей на складе для обеспечения ритмичности сборки;

247 – число рабочих дней в году.

Принимаем  $N = 14$  штук.

Технологический процесс изготовления детали должен соответствовать программе выпуска, типу производства и его организационно-техническим характеристикам.

## **1.2. Разработка технологического процесса обработки детали**

### **1.2.1. Выбор исходной заготовки и метода ее получения**

Деталь имеет сложную форму, что выражается в наличии нескольких сквозных отверстий, отверстий ступенчатой формы и резьбовых отверстий. Следовательно, заготовкой для этой детали может быть только отливка.

Правильно выбрать заготовку - это определить рациональный метод ее получения, установить припуски на механическую обработку каждой из обрабатываемых поверхностей, целесообразность того или иного метода производства. Особенно важно выбрать вид заготовки и назначить наиболее оптимальные условия для ее изготовления в серийном производстве, когда размеры детали получают автоматически, на настроенных станках. Всегда нужно стремиться к тому, чтобы форма и размеры заготовки приближались к форме и размерам детали. При правильно выбранном методе получения заготовки уменьшается механическая обработка, сокращается расход металла, режущего инструмента. Немаловажную роль при выборе заготовки играет размер и форма детали, относительно которых выбирают тот или иной метод получения заготовки.

В данном случае, учитывая форму детали, материал, массу, объем выпуска наиболее рациональным способом получения заготовки является литьё в кокиль.

Кокильным литьем называют процесс получения отливок посредством свободной заливки расплавленного металла в многократно используемые металлические формы – кокиль.

Формирование отливки происходит при интенсивном отводе теплоты от расплавленного металла, от затвердевающей и охлаждающейся отливки к массивному металлическому кокилю, что обеспечивает более высокие плотность металла и механические свойства, чем у отливок, полученных в песчаных формах.

Особенность литья в кокиль состоит в многократном использовании металлической формы (кокиля). Высокая прочность материала металлической формы позволяет более точно выполнять рабочие поверхности формы, что обеспечивает высокое качество литой поверхности. Благодаря высокой теплопроводности формы отливка быстро затвердевает.

### 1.2.2. Выбор технологических баз

Выбор технологических баз является наиболее сложным и принципиальным разделом проектирования технологического процесса. От правильного выбора технологических баз зависит точность линейных размеров, правильность взаимного расположения обрабатываемых поверхностей, степень сложностей применяемых приспособлений, режущих и измерительных инструментов и, в конечном итоге, общая производительность обработки изделия. Выбору баз на первой операции предшествует определение поверхностей, которые будут использоваться в качестве баз на последующих операциях. Такими поверхностями обычно бывают основные базы, от которых задано большинство размеров, координирующих расположение других ответственных поверхностей детали. В нашем случае, базовыми поверхностями являются:

- Цилиндрическая поверхность  $\varnothing 460$

Цилиндрическая поверхность – является установочной базой и лишает деталь трёх степеней свободы. Торец является опорной базой – лишает трёх

степеней свободы. Значит, деталь лишается 5 степеней свободы, т.е. базирование полное.

Черновая база должна использоваться при обработке заготовки только один раз при выполнении операции. При всех последующих операциях используют уже обработанные базы.

Выделяют основные и вспомогательные базы, черновые и чистовые. На первом этапе на токарном станке с ЧПУ обрабатываются торец пов.1, пов.2, пов.3,  $\varnothing 420_{f7}$  мм, фаска  $1 \times 45^\circ$ . Растачиваются отверстие  $\varnothing 155_{H7}$  мм,  $\varnothing 80_{H7}$  мм,  $\varnothing 60_{H13}$  мм, фаски  $3 \times 45^\circ$ .

На втором этапе на фрезерном станке с ЧПУ обрабатываются плоскость пов.1, пов.2, Растачиваются отверстий  $\varnothing 138_{H7}$  мм,  $\varnothing 125_{H7}$  мм,  $\varnothing 55_{H7}$  мм,  $\varnothing 45_{H13}$  мм,  $\varnothing 30_{H13}$  мм. Фрезеруются фаски  $3 \times 45^\circ$ . Сверлятся 8 отверстий под резьбу и нарезается резьба М12-7Н. Сверлятся 4 отверстия под резьбу и нарезается резьба М10-7Н. Сверлятся 4 отверстия под резьбу и нарезается резьба М6-7Н. Базами являются обработанные на предыдущем этапе пов. 1 и 4.

Определив технологические базы для последующих операций, выбираем технологические базы для первой операции.

Поверхности, которые используют на первых операциях обработки, когда ещё отсутствуют обработанные поверхности, называют черновыми базами.

В нашем случае черновой базой будет - поверхность  $\varnothing 460$  мм

Цилиндрическая поверхность – является установочной базой и лишает деталь трёх степеней свободы. Поверхность  $\varnothing 460$  мм - опорная база – лишает трёх степеней свободы. Значит, деталь лишается шести степеней свободы, т.е. базирование полное. Черновая база должна использоваться при обработке заготовки только один раз при выполнении операции. При всех последующих операциях используют уже обработанные базы. Схемы

базирования заготовки для разработанного технологического процесса представлены в таблице 4.

Таблица 4 - Схемы базирования заготовки

Номера обрабатываемых поверхностей	Схемы базирования заготовки	Описание
1, 2,3,4,5,6,8,9,10		Деталь базируется в трехкулачковом патроне по торцу и наружному диаметру.
1, 2,3,4,5,6,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20		Деталь базируется в трехкулачковом патроне по торцу и наружному диаметру

Таким образом, при выборе технологических баз выполняются основные принципы: принцип совмещения баз, принцип постоянства баз.

### 1.2.3. Разработка технологического процесса

В базовом технологическом процессе механическая обработка детали «Корпус редуктора погрузчика» осуществляется на универсальном металлорежущем оборудовании. Проанализировав парк станков предприятия, для которого проектируется технологический процесс можно сделать вывод: для изготовления детали «Корпус редуктора погрузчика» составить технологию с применением станка с ЧПУ.

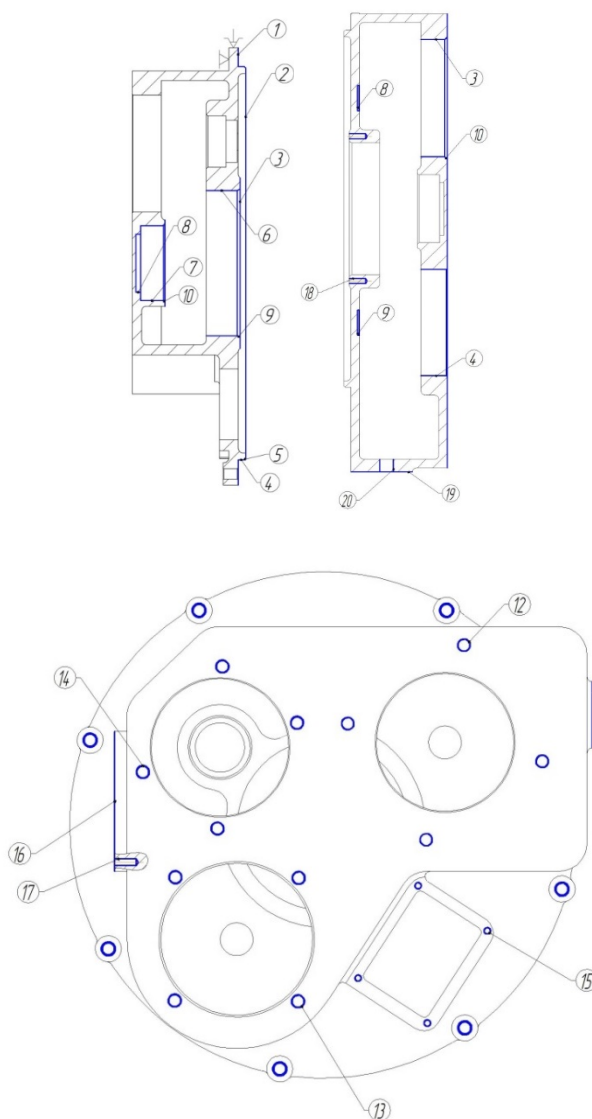


Рисунок 2 – Поверхности детали «Корпус редуктора погрузчика»



В результате анализа заводского технологического процесса выявлены следующие недостатки:

- механическая обработка детали производится на универсальных станках, что увеличивает время настройки, т.к. деталь имеет очень много отверстий с разных сторон, при обработке требуется большое количество переустановов это снижает точность обработки, а также увеличивает время на установку и настройку;

- для обработки детали используется быстрорежущий инструмент, что увеличивает время обработки, снижает стойкость инструмента, увеличивает трудоемкость на изготовление деталей;

- в качестве приспособлений используются тиски, прихваты, что снижают точность изготовления детали, увеличивает время на установку, переустановку и настройку.

Маршрут обработки детали записывается в виде таблицы 5.

Таблица 5 - Технологический процесс механической обработки детали «Корпус редуктора погрузчика» представлен в таблице.

№	Операция	Оборудование	Инструмент	Наименование и краткое содержание операции
1	2	3	4	5
010	Токарная с ЧПУ	EMCOMA T E-360	Резец PCLNR 2525M 12. Резец A32U-PCLNR6HP Сверло 460.1-0615-031A1-XM GC34 Метчик T300-SD101DA-M6 D125	Установить заготовку. Точить поверхность 1,2,3,4,5 начерно. Точить поверхность 1,2,3,4,5 предварительно. Точить поверхность 1,2,3,4,5 окончательно. Сменить инструмент. Расточить отверстие поверхности 6,7,8,9,10 начерно. Расточить отверстие поверхности 6,7,8,9,10 окончательно.

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5
020	Фрезерная с ЧПУ	Вертикальный фрезерный обрабатывающий центр FWU 800 CNC	Фреза RA245-100J31-18M Сверло R841-1200-30-A1A. Сверло R841-0555-30-A1A. Фреза 1P240-1600-XA 1630 Расточка 826-133TC11-S6HP Метчик T300-SD101DA-M6 D125 Метчик T300-SD101DA-M10 D125 Метчик T300-SD101DA-M12 D125	Установить заготовку. Установить универсально-сборное приспособление. Фрезеровать поверхность 1,2. Сменить инструмент. Расфрезеровать поверхность 3,4,5 Расточить отверстие поверхности 3,4,5. Рассверлить фаску 1,6x45°. Сменить инструмент. Сверлить 2 отверстия поверхности 27. Рассверлить фаски 1x45°. Сменить инструмент. Фрезеровать резьбу в 2-х отверстиях поверхности 27. Сменить инструмент. Фрезеровать поверхность 28. Сменить инструмент. Сверлить отверстие поверхности 29. Сменить инструмент. Сверлить 2 отверстия поверхности 30. Сменить инструмент. Фрезеровать резьбу в 2-х отверстиях поверхности 30.

#### 1.2.4.Выбор средств технологического оснащения

К средствам технологического оснащения относятся: технологическое оборудование, технологическая оснастка, средства механизации и автоматизации технологического процесса.

Выбор станка зависит от метода обработки, возможности обеспечить точность размеров и формы, а также качество поверхности изготавливаемой детали; габаритных размеров заготовки и размеров обработки, мощности необходимой для резания; производительности и себестоимости в

соответствии с типом производства; возможности приобретения и цены станка, степени удобства и безопасности работы станка.

#### **1.2.4.1. Выбор технологического оборудования**

Технологическое оборудование выбирается согласно принятым методам обработки поверхностей (торцовое фрезерование и цилиндрическое фрезерование, расточка отверстий, сверление, нарезание резьбы). При этом учитываются следующие факторы:

- размеры стола станка должны быть в 1,2-1,5 раза больше габаритных размеров детали для обеспечения возможности установки и закрепления на столе приспособления;
- мощность двигателя главного привода станка должна быть достаточной для принятого метода обработки;

При разработке технологического процесса предлагается использовать токарно-винторезный станок с ЧПУ;

Для токарной обработки поверхностей был выбран токарно-винторезный станок EMCOMAT E-360 с системой ЧПУ - SINUERIK 840D.

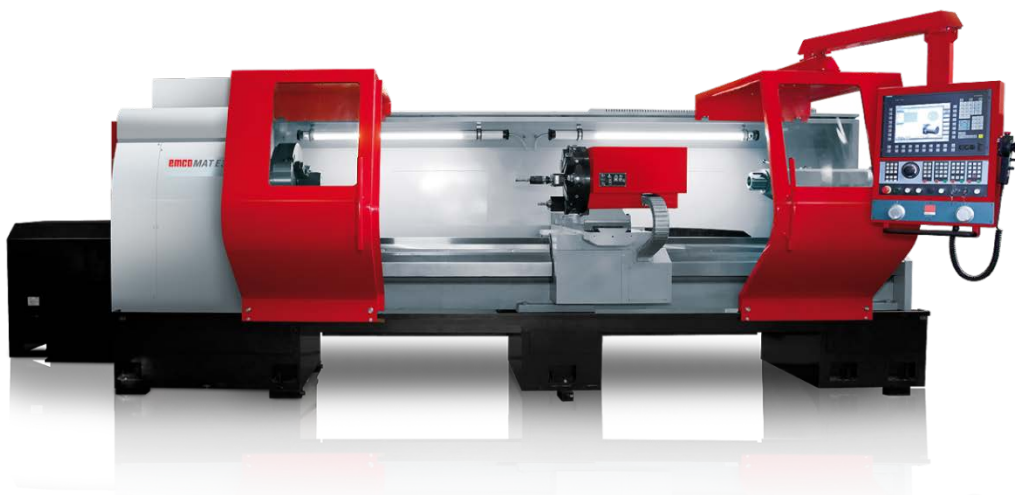


Рисунок 3 - Токарно-винторезный станок EMCOMAT E-360

Таблица 6 - Основные технические характеристики

Технические данные	EMCOMAT E-360
1	2
Расстояние между центрами, мм	1500
Высота центров	380
Диаметр обработки над станиной	810
Диаметр обработки над поперечными салазками	480
Перемещение продольного суппорта	1500
Перемещение поперечного суппорта	520
Габаритные размеры станка	3060 x 2470 x 2070
Масса станка	7500

Скорость быстрых перемещений по осям:

- ось X - 40 м/мин

- ось Y - 26 м/мин

- ось Z - 40 м/мин

Для комплексной обработки остальных поверхностей был выбран обрабатывающий центр FWU 800 CNC с системой ЧПУ «Heidenhain».



Рисунок 4 - Обрабатывающий центр FWU 800 CNC


Таблица 7 - Основные технические характеристики обрабатывающего центра FWU 800 CNC

Технические данные	FWU 800 CNC
1	2
Размер рабочей поверхности станка	Ø800
Диапазон наклона стола, ось А	120°
Вращение стола, ось С	360°
Продольное перемещение, ось Х	800
Продольное перемещение, ось Y	900
Вертикальное перемещение, ось Z	620
Конус шпинделя	ISO 40
Диапазон подач X,Y,Z, мм.мин	1-20000
Габаритные размеры станка	5000x4200x 3600
Масса станка	20000

Данный станок оптимально соответствует необходимым требованиям обработки детали «Корпус».

Выбранное оборудование обеспечивает высокую производительность труда и качество обрабатываемых деталей.

#### 1.2.4.2.Выбор режущего инструмента

Важным фактором повышения эффективности производства является режущий инструмент, доля которого в себестоимости металлообработки составляет 3-5%, но от выбора, которого существенно, до нескольких раз, зависят показатели технологического процесса. В области выбора инструмента оптимальный путь к повышению производительности – выбор современного инструмента и правильное его использование. Все инструменты, выбираемые по системе ISO, оптимизированы для основных групп обрабатываемых материалов и видов операций.

Они изначально предназначены для работы с высокой производительностью. Система ISO обеспечивает несложный и быстрый выбор наилучшего сочетания геометрии режущих кромок и марки инструментального материала для конкретной операции, инструмент выбираем по каталогу фирмы «SANDVIK». При выборе режущего инструмента для обработки корпуса в первую очередь руководствуемся технологией изготовления, используемым оборудованием, материалом детали и техническими требованиями. Корпус редуктора изготовлен из литейного алюминиевого сплава алюминия АК7ч ГОСТ 1583-93, для обработки этого материала рекомендуется использовать режущий инструмент, оснащенный пластинами из твердого сплава (например, CNMG 19 06 12 N13A материал ТК20), что позволяет вести обработку на повышенных режимах резания и без ущерба точности полученных размеров и шероховатости поверхности.

Размеры инструмента должны быть оптимальными:

- При торцовом фрезеровании диаметр фрезы должен быть в 1,2-1,5 раза больше ширины фрезерования для полного перекрытия обрабатываемой поверхности;
- При контурном фрезеровании диаметр концевой фрезы должен обеспечивать достаточную жёсткость и возможность получения заданных размеров радиусов;
- При контурном фрезеровании диаметр концевой фрезы должен обеспечивать достаточную жёсткость и возможность получения заданных размеров радиусов;
- При сверлении и нарезании резьбы метчиком диаметр инструмента равняется диаметру обрабатываемого отверстия, длина должна быть достаточной для выхода стружки.

Материал инструмента должен соответствовать обрабатываемому материалу.

В данном случае материал детали – сплав алюминия. Инструмент выбирается по материалам:

- твердости обрабатываемого материала;
- необходимого качества поверхности детали;
- стойкости, режущих свойств и прочности инструмента.
- размера и допуска на обрабатываемый размер;
- цены инструмента.

Средства технического контроля выбираем с учётом:

- требований к точности измеряемого размера;
- достоверности контроля;
- стоимости и трудоёмкости изготовления средства;
- требования техники безопасности и удобства работы.

Зажимное приспособление выбираем с учётом:

- конструкции детали;
- размеров обработки детали;
- точности обрабатываемого размера;
- схемы базирования.

Операция 010 Токарно-винторезная:

Поверхность 1,2,3,4,5 обрабатывается резцом Резец PCLNR 2525M 12

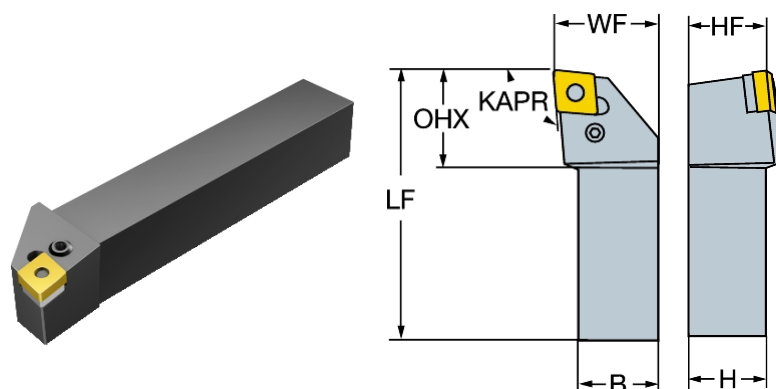


Рисунок 5 – Резец PCLNL 2525M 19

Таблица 8 – Параметры резца PCLNL 2525M 19

Показатель	Параметр
1	2
Главный угол в плане KAPR	95deg
Размер соединения CZC	25 x 25
Главный угол в плане (дюйм.) PSIR	-5deg
Интерфейс со стороны станка ADINTMS	Rectangular shank - metric: 25 x 25
Часть 2 ID интерфейса режущего элемента CUTINT_MASTER	ISO: CNMG 120408
max угол врезания RMPX	0deg
Угол корпуса со стороны заготовки BAWS	0deg
max вылет ОНХ	27.2mm
Демпфирующие свойства DPC	FALSE
Материал корпуса BMC	Steel
Исполнение HAND	R
угол корпуса со стороны станка BAMS	0deg

Поверхность 6,7,8,9,10 обрабатывается резцом S25T-PCLNR 12.

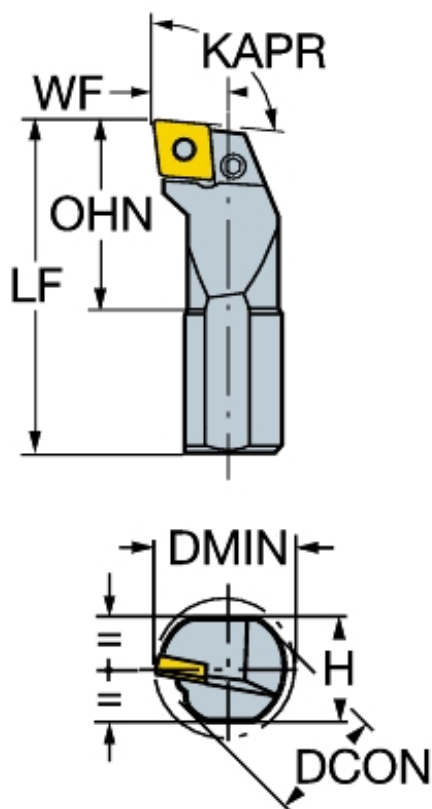


Рисунок 6 – Резец A32U-PCLNR6HP



Таблица 9 – Параметры резца S25T-PCLNR 12

Показатель	Параметр
1	2
главный угол в плане KAPR	95deg
размер соединения CZC	25
главный угол в плане (дюйм.)PSIR	-5deg
интерфейс со стороны станка ADINTMS	Cylindrical shank w/ 3 flats -metric: 25
часть 2 ID интерфейса режущего элементаCUTINT_MASTER	ISO: CNMG 120408
max угол врезания RMPX	0deg
minimum bore diameter DMIN1	32mm
угол корпуса со стороны заготовки BAWS	0deg
max вылет OHX	100mm
демпфирующие свойства DPC	FALSE
материал корпуса BMC	Steel
Исполнение HAND	R

Операция 015 Фрезерная с ЧПУ:

Поверхность 1,2 обрабатывается фрезой R790-025C5S2-16L.



Рисунок 7 – Фреза RA245-100J31-18M

Данные о продукции:

- Диаметр резания (DC) 100 mm;
- Число режущих элементов (CICTTOT) 5;
- Мах глубина резания (APMXPFW) 12 mm№
- Мах угол врезания (RMPXFFW) 13 deg;
- Мах глубина врезания (AZ) 2 mm;
- Рабочая длина (LU) 38,1 mm.

Для данной фрезы будут использоваться пластины RA790-160408PH13A

Для расточки отверстий 3,4,5, будет использована расточная головка  
BR20-29CC06F-EH20



Рисунок 8 - Расточная головка 826-133TC11-C6HP

Данные о продукции:

- Мах диаметр резания (DCX) 140 mm;
- Главный угол в плане (KAPR) 90 deg;
- Число режущих элементов (CICT) 1 пластина.

Для сверления отверстий диаметром 6,7мм, 8,5мм. 10,5 мм будет использоваться сверла 860.1-0670-040A0-PM 4234

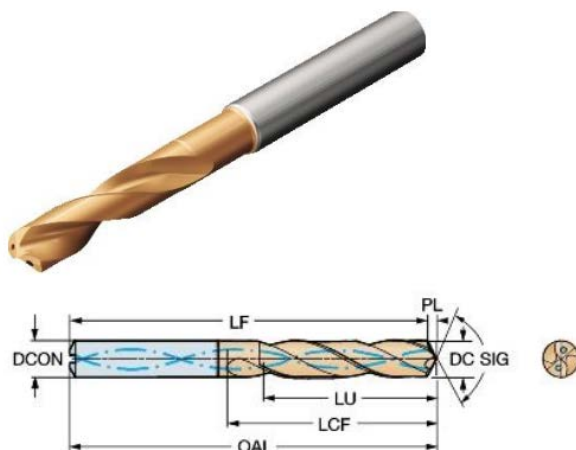


Рисунок 9 - Сверло 460.1-0615-031A1-XM GC34

Данные о продукции:

- Диаметр резания (DC) 6,7 mm;
- Рабочая длина (LU) 34,6 mm;
- Отношение рабочей длины к диаметру (ULDR) 5,164;
- Сплав (GRADE) 4234;
- Общая длина (OAL) 91 mm;
- Резания 144 m/min;
- Подача на оборот 0.18 mm.

Для нарезания резьбы будет использован метчик T300-SD101DA-M10 D125

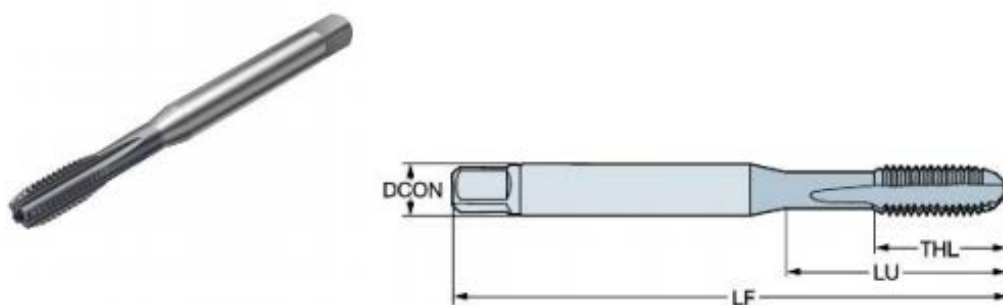


Рисунок 10 – Метчик T300-SD101DA-M10 D125

Данные о продукте:

- Размер резьбы (TDZ) M 8;
- Шаг резьбы (TP) 1,25 mm;
- Диаметр резьбы (TD) 8 mm;
- Диаметр предварительно обработанного отверстия (PHD) 6,7 mm;
- Способность выполнения/наличие глухих отверстий (BHFP) true;
- Класс точности резьбы (TCTR) 6HX;
- Рабочая длина (LU) 33,5 mm;
- Сплав (GRADE) D210;
- Функциональная длина (LF) 90 mm;
- Число стружечных канавок (NOF).

#### 1.2.5. Выбор средств технического контроля

При выборе средств измерения главным требованием является качественный и быстрый контроль получаемых размеров, как в процессе обработки, так и по ее окончании. В процессе изготовления деталь контролируется в основном с помощью стандартного мерительного инструмента. Так же в некоторых случаях используется универсальный мерительный инструмент.

Средствами технического контроля выбираю:

- $111^{+0.3}$  Штангенциркуль 166-89;
- $106^{+0.5}$ ,  $8 \pm 0.5$ ,  $105_{-0.5}$  Штангенглубиномер ГОСТ 192-60;
- $\varnothing 125H7^{+0.04}$  калибр-пробка  $\varnothing 125H7$ ;
- $\varnothing 138H7^{+0.04}$  калибр-пробка  $\varnothing 138H7$ ;
- $\varnothing 155H7^{+0.04}$  калибр-пробка  $\varnothing 155H7$ ;
- $\varnothing 155H7^{+0.04}$  калибр-пробка  $\varnothing 155H7$ ;
- $\varnothing 80H7^{+0.003}$  калибр-пробка  $\varnothing 80H7(ПР)$ ; калибр-пробка  $\varnothing 80H7(НЕ)$ ;
- $\varnothing 62H7^{+0.003}$  калибр-пробка  $\varnothing 62H7(ПР)$ ; калибр-пробка  $\varnothing 62H7(НЕ)$ ;

- $\varnothing 55H7^{+0.003}$  калибр-пробка  $\varnothing 55H7(ПР)$ ; калибр-пробка  $\varnothing 55H7(НЕ)$ ;
- $\varnothing 45H7^{+0.62}$  калибр-пробка  $\varnothing 62H13$ ;
- $3 \times 45^\circ$  шаблон  $3 \times 45^\circ$  МН 1419-69;
- $3 \pm 0.5$ ,  $12 \pm 1$ ,  $16_{-0.5}$   $2 \pm 0.1$ , штангенциркуль 166-89
- $\varnothing 12H11^{+0.11}$  калибр-пробка  $\varnothing 12H11$
- пробка М5-8Н ГОСТ 17758-72;
- пробка М10-7Н ГОСТ 17758-72;
- пробка М8-6Н ГОСТ 17758-72.

### 1.3. Технологические расчеты

#### 1.3.1. Расчет припусков на обработку детали

Для решения технологических задач по обеспечению заданных требований в дипломном проекте необходимо выполнить расчёты следующих параметров: припусков, точности обработки, режимов резания, технических норм времени.

Припуск - слой материала, удаляемый с поверхности заготовки в процессе механической обработки для достижения требуемого качества и точности обрабатываемой поверхности. Различают припуски промежуточные, операционные, общие.

Промежуточный припуск-припуск, удаляемый при выполнении одной технологической операции.

Общий припуск-припуск, удаляемый в процессе механической обработки поверхности для получения заданных чертежом размеров и определяется разностью размеров исходной заготовки и детали.

Общий припуск равен сумме операционных (промежуточных) припусков. На припуск устанавливается допуск.

Припуск на обработку поверхности детали может быть назначен по соответствующим справочным таблицам или на основе расчетно-аналитического метода определения припусков. При расчетно-аналитическом методе рассчитывают минимальный припуск на основе анализа факторов, влияющих на формирование припуска, с использованием нормативных материалов. Государственные стандарты и таблицы позволяют назначать припуски независимо от технологического процесса детали и условий его осуществления и поэтому в общем случае являются завышенными, содержат резервы снижения расхода материала и трудоемкости изготовления детали.

В целях достижения высокого качества конечной обработки заготовки необходимо при каждом выполняемом переходе механической обработки предусматривать припуск, компенсирующий погрешности предшествующей обработки.

Промежуточный припуск удаляется при выполнении технологического перехода ( $Z_i$ , где  $i$  – порядковый номер перехода).

*Расчет припусков заготовки на обработку.*

Определение припусков расчетно-аналитическим методом.

Рассчитать припуски на механическую обработку наружного диаметра большого фланца  $\varnothing 420h7(-0.063)$ .

Определим припуск на размер  $\varnothing 80H7(+0.035)$ .

Заготовка – отливка в кокиль.

Класс точности I.

Технологический маршрут обработки отверстия  $\varnothing 80H7(+0.035)$ :

- растачивание черновое;
- растачивание чистовое.

Таблица 10 – Расчет припусков на размер  $\varnothing 80H7$

Технологические переходы поверхности	Элементы припуска, мкм				Расч. Припуск, $2Z_{\min}$ мкм	Расчетный размер $D_p$ , мм	Допуск $T$ , мм	Предельный размер, мм		Предельное значение, припуск, мм	
	Rz	H	$\rho$	E				$D_{\min}$	$D_{\max}$	$2Z_{\min}$	$2Z_{\max}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Заготовка	200	250	128	100		78.542	2.2	76.3	79.5		
Расточка предварительная	50	50	7,68	75	2x598	79.758	0.14	79.61	79.75	1.25	3.31
Расточка окончательная	20	20	5,12	40	2x141	80.035	0.035	80	80.035	0.29	0.39

Элементы припуска Rz и  $\rho$  определим по таблицам.

Произведем расчет пространственных отклонений по формуле:

$$\rho = \sqrt{\rho_{\text{кор}}^2 + \rho_{\text{см}}^2},$$

где  $\rho_{\text{кор}}$  – отклонение коробления, мкм;

$\rho_{\text{см}}$  – погрешность смещения осей, мкм.

Расчет:  $\rho = \sqrt{80^2 + 100^2} = 128$  мкм.

Определим остаточное пространственное отклонение

$$\rho_{\text{ост}} = k \times \rho,$$

где  $k$  – коэффициент уточнения форм

$$\rho_{\text{ост1}} = 0,06 \times 128 = 7,68 \text{ мкм};$$

$$\rho_{\text{ост2}} = 0,04 \times 128 = 5,12 \text{ мкм}.$$

Определим расчетные припуски для каждого перехода:

$$2Z_{\min} = 2 \times (Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + E_i^2});$$

$$2Z_{\min1} = 2 \times (200 + 250 + \sqrt{128^2 + 75^2}) = 2 \times 598 \text{ мкм};$$

$$2Z_{\min2} = 2 \times (50 + 50 + \sqrt{7,68^2 + 40^2}) = 2 \times 141 \text{ мкм}.$$

Для конечного перехода в графу расчетный размер запишем наибольший предельный размер по чертежу:

$$D_{p2} = 80.035 \text{ мм};$$

$$D_{p1} = 80.035 - 0,282 = 79.753 \text{ мм};$$

$$D_{p \text{ заг}} = 79.753 - 1,196 = 78.557 \text{ мм}.$$

Запишем наибольшие предельные размеры по всем технологическим переходам, округляя их уменьшением расчетных размеров:

$$D_{\max 2} = 80.035 \text{ мм};$$

$$D_{\max 1} = 79.75 \text{ мм};$$

$$D_{\max \text{ заг.}} = 78.5 \text{ мм}.$$

Определим наименьшие предельные размеры:

$$D_{\min 1} = 79.75 - 0.14 = 79.61 \text{ мм};$$

$$D_{\min 2} = 80.035 - 0.035 = 80 \text{ мм};$$

$$D_{\max \text{ заг}} = 78.5 - 2.2 = 76.3 \text{ мм}.$$

Определим расчетные припуски для каждого перехода:

Переход 1.

$$2Z_{\max 1} = D_{\max 1} - D_{\max \text{ заг.}} = 79.75 - 78.5 = 1.25 \text{ мм};$$

Переход 2

$$2Z_{\max 2} = D_{\max 2} - D_{\max 1} = 80.035 - 79.75 = 0.29 \text{ мм};$$

Переход 1.

$$2Z_{\min 1} = D_{\min 1} - D_{\min \text{ заг.}} = 79.61 - 76.3 = 3.31 \text{ мм};$$

Переход 2.

$$2Z_{\min 2} = D_{\min 2} - D_{\min 1} = 80 - 79.61 = 0.39 \text{ мм}.$$

Определим общие припуски:

$$Z_{o \max} = 1.54 \text{ мм};$$

$$Z_{o \min} = 3.7 \text{ мм}.$$

Произведем проверку расчетов:

$$Z_{i \max} - Z_{i \min} = \delta_{i-1} - \delta_i$$



$$3.7 - 1.54 = 2.2 - 0.04;$$

$$2.16 \text{ мм} = 2.16 \text{ мм}.$$

Для остальных поверхностей определим припуски по таблицам.

*Табличный метод расчета припусков.*

На остальные поверхности детали припуски назначим по, а результаты занесем в таблицу.

Затем для каждой обрабатываемой поверхности в соответствии с числом и последовательностью технологических переходов устанавливаются припуски на сторону и допуски на размеры по справочнику. При этом припуски назначаются, начиная с последнего перехода. Припуск на первый черновой переход определяется как разность между общим припуском на обрабатываемую поверхность заготовки и суммой припусков на последующих переходах.

Таблица 11 – Содержание переходов

№ перехода	Содержание перехода	t, мм	Z <sub>мин</sub> , мм	Z <sub>ном</sub> , мм	Z <sub>мак</sub> , мм	D <sub>i</sub> , мм	ES, мм	EI, мм
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Поверхность диаметром 138								
0	Заготовка	1,1				Ø133,6	+0,5	0,5
1	Расточить предварительно	0,74	2,5		3,74	Ø136,6	+0,74	0
2	Расточить окончательно	0,19	0,8	0,8	0,99	Ø137,4	+0,19	0
3	Расточить до Ra3,2	0,074	0,4	0,4	0,474	Ø137,8	+0,074	0
4	Расточить окончательно	0,03	0,2	0,2	0,23	Ø138	+0,03	0
Поверхность торцев								
0	Заготовка	1,1				119,9	+0,55	0,55
1	Фрезеровать предварительно	0,74	1,35	1,8	3,25	113,4	0	0,3
2	Фрезеровать окончательно	0,3	0	0,4	0,4	113	0	0,3
Поверхность диаметром 155								
0	Заготовка	1,1				Ø147,6	+0,5	0,5
1	Расточить предварительно	0,74	2,5	3	3,74	Ø153,6	+0,74	0
2	Расточить окончательно	0,19	0,8	0,8	0,99	Ø154,4	+0,19	0

Продолжение таблицы 11

1	2	3	4	5	6	7	8	9
3	Расточить до Ra3,2	0,074	0,4	0,4	0,474	Ø154.8	+0,074	0
4	Расточить окончательно	0,03	0,2	0,2	0,23	Ø155	+0,03	0
Поверхность диаметром 125								
0	Заготовка	1,1				Ø117,6	+0,5	-0,5
1	Расточить предварительно	0,74	2,5	3	3,74	Ø123,6	+0,74	0
2	Расточить окончательно	0,19	0,8	0,8	0,99	Ø124,4	+0,19	0
3	Расточить до Ra3,2	0,074	0,4	0,4	0,474	Ø124.8	+0,074	0
4	Расточить окончательно	0,03	0,2	0,2	0,23	Ø125	+0,03	0
Поверхность диаметром 55								
0	Заготовка	1,1				Ø47,6	+0,5	-0,5
1	Расточить предварительно	0,74	2,5	3	3,74	Ø53,6	+0,74	0
2	Расточить окончательно	0,19	0,8	0,8	0,99	Ø54,4	+0,19	0
3	Расточить до Ra3,2	0,074	0,4	0,4	0,474	Ø54.8	+0,074	0
4	Расточить окончательно	0,03	0,2	0,2	0,23	Ø55	+0,03	0

### 1.3.2. Расчет и назначение режимов резания

Режим обработки детали - важнейший фактор протекания технологического процесса.

Элементы режимов резания должны подбираться так, чтобы достигнуть заданных технологических требований при наименьшей себестоимости данной технологической операции. Это возможно достигнуть при использовании инструмента оптимальной конструкции и режущих возможностей станка. Таким образом, режимы резания зависят от характеристик режущего инструмента и станка.

В условиях серийного производства технические нормы времени на станочные работы устанавливаются методом технического расчета по нормативам режимов резания и нормативам времени, исходя из типового содержания операции.

Расчет режимов резания ведем согласно рекомендациям, представленным в каталогах Sandvik Coromant.

Приведем пример расчета режимов резания.

Операция 010 Токарная с ЧПУ.

Переход 1. Точить торец пов. 1, 3 в размер  $12_{-0,12}$ , пов. 2 в размер  $8 \pm 0,5$ .

Инструмент – резцовая головка PCLNL 2525M 19.

Скорость резания

$$(V_c) = 250 \text{ м / мин}$$

Подача

$$(f_n) = 0,3 \text{ мм / об}$$

Число оборотов шпинделя

$$(n) = 250 \text{ об / мин}$$

Глубина резания

$$(a_p) = 3 \text{ мм}$$

Чистовое точение поверхностей 1  $12_{-0,12}$

Скорость резания

$$(V_c) = 325 \text{ м / мин}$$

Подача

$$(f_n) = 0,5 \text{ мм / об}$$

Глубина резания

$$(a_p) = 2,5 \text{ мм}$$

Число оборотов шпинделя

$$(n) = 341 \text{ об / мин}$$

Чистовая обработка канавок поверхности  $24,4 \text{ мм}$ ,

Скорость резания

$$(V_c) = 250 \text{ м / мин}$$

Число оборотов шпинделя

$$(n) = 409 \text{ об / мин}$$

Подача

$$(f_n) = 0,12 \text{ мм / об}$$

Глубина резания

$$(a_p) = 6 \text{ мм}$$

Сверление отверстия. Ø5,3 мм

Скорость резания

$$(V_c) = 100 \text{ м / мин}$$

Подача

$$(f_n) = 0,3 \text{ мм / об}$$

Число оборотов шпинделя

$$(n) = 1403 \text{ об / мин}$$

Фрезерование пов. 1,2.

Скорость резания

$$(V_c) = 160 \text{ м / мин}$$

Число оборотов шпинделя

$$(n) = 380 \text{ об / мин}$$

Подача

$$(f) = 0.05 \text{ мм / об}$$

Глубина резания

$$(a_p) = 5 \text{ мм}$$

Суммарная величина врезаний

$$(a_p) = 1,21 \text{ мм}$$

Число проходов (пар): 8

Все остальные результаты вычислений занесем в таблицу 12.

					ДП 44.03.04.302 ПЗ	
						36

Таблица 12 - Результаты вычислений

№ операции	Название операции	№ перехода	№ обрабатываемой поверхности	Число проходов, i	Режимы резания			
					Глубина резания, t, мм	Подача Sп, мм/об (Sz мм/зуб)	Скорость резания, V м/мин	Частота вращения шпинделя (стол), n, об/мин
1	2	3	4	5	6	7	8	9
015	Комплексная с ЧПУ		1,2,3		3	0,26	45,6	485
			5		1	0,21	17	700
		3	5		13	0,21	17	270
		4	5,7,9	1	2	0,28	45,6	485
		1	5,6,9	1	2	0,4	134	2000
		6	7,9	1	3	0,4	162	1600
		7	7,9	1	1,5	0,25	186	1600
		8	6,8	1	3	0,4	162	1900
		9	6,8	1	1,0	0,25	186	2000
		10	5		4	0,4	162	1800
		11	5		2	0,25	186	1800
		12	15		0,5	0,08	66	400
		13	14,10, 11,13	1	1,0	0,21	17	700
		14	10	1	2,1	0,21	17	1200
		15	11,13	1	1,65	0,21	17	1600
		16	14	1	5,35	0,21	17	500
		17	14	1	5,65	0,12	32	900
		18	14	1	2,0	0,2	25,5	500
		19	12	1	1,0	0,21	17	700
		20	12	1	3,3	0,21	17	1600
		21	1	2	4,0	0,17	343	800
		22	2	1	3,0	0,23	272	700
		23	3	1	3,0	0,35	245	1500
		24	3	1	1,38	0,1	344	2000
		25	3	1	0,125	1,2	10	60
		26	4	1	1,0	0,52	281	700
		27	5	1	2,0	0,2	272	700
		28	5	2	6,0	0,5	271	800
		29	6	2	6,0	0,2	376	800
		30		1	1,5	0,1	136	700
		31	7	1	0,8	0,2	376	1100
		32	8	1	2,2	0,2	272	1500
		33			1,7	0,1	9,9	959
		34			3,4	0,17	20	959
		35			3,4	0,2	20	959
		26			2,5	0,12	14	959
		37			2,5	0,17	14	959

### 1.3.3. Расчёт технологических норм времени

Под технической нормой времени понимают время, устанавливаемое на выполнение данной операции при определенных организационно-технических условиях.

Величина затраты времени на изготовление той или иной продукции при надлежащем качестве ее является одним из критериев для оценки совершенства технологического процесса.

Норму времени определяют на основе технического расчета и анализа, исходя из условий возможно более полного использования технических возможностей оборудования и инструмента в соответствии с требованиями к обработке данной детали.

В серийном производстве определяется норма штучно-калькуляционного времени  $t_{шк}$ :

$$t_{шк} = t_{ш} + \frac{T_{пз}}{n}$$

где  $t_{ш}$  - штучное время, мин.;

$T_{пз}$  - подготовительно-заключительное время, мин.;

$n$  - количество деталей в настрочной партии, шт;

Подготовительно-заключительное время включает в себя затраты времени на получение материалов, инструментов, приспособлений, технологической документации, наряда на работу; ознакомление с работой, чертежом; получение инструктажа; установку инструментов, приспособлений, наладку оборудования на соответствующий режим; снятие приспособлений и инструмента; сдачу готовой продукции, остатков материалов, приспособлений, инструмента, технологической документации и наряда.

Штучное время:

$$t_{ш} = t_{осн} + t_{всп} + t_{обс} + t_{отд}$$

$t_{осн}$  - основное время, мин.;

$t_{всп}$  - вспомогательное время, мин.;

$t_{обс}$  - время на обслуживание рабочего места, мин.;

$t_{отд}$  - время на отдых и личные потребности, мин.

Основное время – основное технологическое время, в продолжение которого осуществляется изменение размеров, формы, состояния поверхностного слоя, структуры материала обрабатываемой заготовки. Оно определяется по следующей формуле:

$$t_{осн} = \frac{L_{расч}}{S \cdot n} = \frac{l_{дет} + l_{вр} + l_{пер}}{S \cdot n} = \frac{L_{расч}}{S_{мин}}$$

$L_{расч}$  - расчётная длина, мм;

$l_{дет}$  - Длина детали, мм;

$l_{вр}$  - длина врезания, мм;

$l_{пер}$  - длина перебега, мм;

$S$  - величина подачи, мм/об.;

$S_{мин}$  - минутная подача, мм/мин.;

$n$  - частота вращения шпинделя, об/мин.

Вспомогательное время определяется как сумма затрат времени на вспомогательные приёмы, сопутствующие основной работе. В состав вспомогательного времени входит время на установку-снятие заготовки, управление станком, смену инструмента, измерение детали.

Вспомогательное время:

$$t_{в} = t_{у.с} + t_{уп} + t_{из},$$

где  $t_{у.с}$  – время на установку и снятие детали, мин.;

$t_{уп}$  – время на приемы управление, мин.;

$t_{из}$  – время на измерение детали, мин.

Оперативное время:

$$t_{оп} = t_{осн} + t_{всп}$$

Время на обслуживание рабочего места, затрачиваемое на смазывание станка, смену инструмента, удаление стружки, подготовка станка к работе в начале смены и приведение его в порядок после окончания работы (определяется в процентах от оперативного времени):

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт-к} = \frac{T_{пз}}{n} + T_{шт} = \frac{T_{пз}}{n} + t_{осн} + t_{всп} + t_{обс} + t_{отд}$$

$T_{пз}$  - подготовительно-заключительное время, мин.;

$n$  - количество деталей в партии, шт;

$t_{осн}$  - основное время, мин.;

$t_{всп}$  - вспомогательное время, мин.;

$t_{обс}$  - время на обслуживание рабочего места, мин.

$t_{отд}$  - время на отдых и личные потребности, мин.;

Вспомогательное время:

$$t_{всп} = t_{у.с.} + t_{уп} + t_{з.о.} + t_{изм}$$

где  $t_{у.с.}$  - время на установку и снятие детали, мин;

$t_{уп}$  - время на приемы управления, мин;

$t_{з.о.}$  - время на закрепление и открепление детали, мин;

$t_{изм}$  - время на измерение детали, мин.

Время на обслуживание рабочего места:

$$t_{об} = t_{тех} + t_{орг}$$

где  $t_{тех}$  - время на техническое обслуживание, мин;

$t_{орг}$  - время на организационное обслуживание, мин.



Время на обслуживание рабочего места, затрачиваемое на смазывание станка, смену инструмента, удаление стружки, подготовка станка к работе в начале смены и приведение его в порядок после окончания работы (определяется в процентах от оперативного времени):

$$t_{обс} = 0,06 \cdot (t_{осн} + t_{всп}) = 0,06 \cdot t_{оп}$$

Время на отдых и личные потребности (определяется в процентах от оперативного времени):

$$t_{отд} = 0,04 \cdot (t_{осн} + t_{всп}) = 0,04 \cdot t_{оп}$$

Таблица 13 – Основное и вспомогательное время

Номер и наименование операции	t <sub>о</sub> , мин	t <sub>в</sub>				t <sub>об</sub>		t <sub>от</sub>	t <sub>шт</sub>	t <sub>п-з</sub>	t <sub>ш-к</sub>
		t <sub>ус</sub>	t <sub>уп</sub>	t <sub>из</sub>	t <sub>зо</sub>	t <sub>тех</sub>	t <sub>орг</sub>				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Операция 010 Токарная с ЧПУ	1,47	0,3	0,17	1,20	0,05	0,19	0,19	0,13	3,7	20	4,13
Операция 015 Фрезерная с ЧПУ	0,49	0,3	0,35	0,87	0,05	0,12	0,12	0,08	2,38	30	3,02

Определим основное время:

$$t_o = t_{01} + t_{02}$$

$$t_{01} = \frac{87 + 8}{238 \cdot 0,5} = 0,80 \text{ мин}$$

$$t_{02} = \frac{87 + 8}{398 \cdot 1,1} = 0,21 \text{ мин}$$

$$t_o = t_{01} + t_{02} = 0,80 + 0,21 = 1,01 \text{ мин}$$

Определение вспомогательного времени на операцию:

Время на установку детали весом 80 кг -  $t_{уст} = 0,6 \text{ мин}$  [55].

$$T_{\text{г}} = t_{\text{есп}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{изм}}$$

$$t_{\text{г1}} = 0,3 + 0,08 + 0,06 + 0,06 + 0,08 = 0,58 \text{ мин}$$

$$t_{\text{г2}} = 0,3 + 0,08 + 0,06 + 0,06 = 0,5 \text{ мин}$$

Вспомогательное время на контрольные измерения:  $t_{\text{изм}} = 0,04 \text{ мин}$  [55]

$$T_{\text{г}} = 0,6 + 1,8 + 0,04 = 2,44 \text{ мин}$$

Определим время на обслуживание рабочего места:  $T_{\text{обс}}$

Согласно карте 50 [55] время на обслуживание рабочего места сост. 3%, а время на отдых и естественные надобности при работе с механической подачей 5% оперативного времени, всего 8%. Для нормируемой операции:

$$T_{\text{обс}} = (T_{\text{о}} + T_{\text{г}}) \frac{8}{100} = (1,01 + 1,72) \frac{8}{100} = 0,32 \text{ мин}$$

Определение нормы штучного времени:  $T_{\text{шт}}$

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{о}} + T_{\text{г}} + T_{\text{обс}} = 1,01 + 1,72 + 0,31 = 3,04 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шк}} = \frac{T_{\text{нз}}}{n} + T_{\text{шт}} = \frac{4}{24} + 3,04 = 3,2 \text{ мин}$$

Для остальных операций результаты занесем в таблицу 14.

Таблица 14 - Технологические нормы времени по операциям, мин

Номер и наименование операции	$t_{\text{о}}$	$t_{\text{в}}$	$t_{\text{об}}$	$t_{\text{шт}}$	$t_{\text{нз}}$	$t_{\text{шк}}$
1	2	3	4	5	6	7
Операция 010 Токарная с ЧПУ	1,47	3,25	0,38	3,7	20	4,13
015 Комплексная с ЧПУ	32	6,4	3,5	40	45	9,5

#### 1.3.4. Разработка управляющей программы

В связи с созданием и использованием гибких производственных комплексов механической обработки резанием особое значение приобретают станки с числовым программным управлением (ЧПУ).

В результате замены универсального неавтоматизированного оборудования станками с ЧПУ трудоемкость изготовления деталей оказалось возможным сократить в несколько раз (до 5 - в зависимости от вида обработки и конструктивных особенностей обрабатываемых заготовок).

Разработка управляющей программы (УП) сводится к определению технологической последовательности стандартных блоков обработки. Программист создает управляющую программу, в которой содержится закодированная информация о траектории и скорости перемещения исполнительных органов станка, частоте вращения шпинделя и другие данные, необходимые для выполнения обработки. Подсистема управления считывает информацию из этой программы, расшифровывает ее и вырабатывает профиль перемещения.

На производстве, где работают различные станки с ЧПУ, используется большое количество различного программного обеспечения, но в большинстве случаев весь управляющий софт использует один и тот же управляющий код.

Программирование обработки на современных станках с ЧПУ осуществляется на языке, который обычно называют языком ИСО (ISO) 7 бит, или языком G- и M-кодов. Подготовительные коды с адресом G, определяют настройку ЧПУ на определенный вид работы. Вспомогательные коды с адресом M предназначены для управления режимами работы станка.

G-code был разработан компанией Electronic Industries Alliance в начале 1960-х. Финальная доработка была проведена в феврале 1980-го года

как RS274D стандарт. Комитет ИСО утвердил G-code, как стандарт ISO 6983-1:1982, Госкомитет по стандартам СССР — как ГОСТ 20999-83. В советской технической литературе G-code обозначается, как код ИСО-7 бит.

Производители систем управления используют G-code в качестве базового подмножества языка программирования, при этом добавляя различные функции и расширяя его по своему усмотрению.

В коде ИСО 7 бит для программирования постоянных циклов сверления используются G-коды с номерами от 80 до 89 (G80-G89), часть из которых зарезервирована и не используется.

G80 – отмена цикла сверления;

G81 – простое сверление (Single Pecking Drilling);

G82 – сверление с ломкой стружки (Break Chip Drilling);

G83 – глубокое сверление (Deep Drilling);

G84 – нарезка резьбы (Tapping);

G85 – растачивание (Counter Bore);

Как видно из таблицы, номер G функции задает тип операции сверления. Перед тем как вызвать нужный цикл, инструмент позиционируется в нужную точку относительно системы координат. После вызывается цикл сверления с характерными для него параметрами.

Простое сверление (G81). Данный цикл предполагает непрерывное движение сверла в материале от верха до дна отверстия с заданной скоростью. Для программирования используется код G81.

Если необходимо просверлить сразу несколько однотипных отверстий, то после объявления цикла координаты всех отверстий перечисляются построчно. Вызванный цикл будет активным до тех пор, пока не будет выдана команда на окончание цикла сверления G80.

Допускается управлять положением инструмента по оси Z при движении от одного отверстия к другому. Для этого используются

коды G98 и G99. При задании кода G98 инструмент отводится на безопасную плоскость – плоскость, на которой инструмент находился перед вызовом постоянного цикла сверления. Код G99 – производит отвод инструмента на плоскость отвода, которая определяется параметром R цикла.

Сверление с ломкой стружки (G82). Отличается от простого сверления дополнительным параметром P, который устанавливает время выдержки сверла на дне отверстия. Это способствует удалению стружки из отверстия. Задается кодом G82.

#### Глубокое сверление (G83)

Данный цикл сверления предназначен для сверления глубоких отверстий (длина отверстия больше 5 его диаметров). В разной литературе также можно встретить название данного цикла как прерывистое сверление. Это связано с характером движения сверла при обработке отверстия. Во время выполнения цикла инструмент углубляется на расстояние Q, заданное в параметрах, после чего возвращается на плоскость отвода. И так повторяется до тех пор, пока не будет обработано все отверстие. Такая технология позволяет удалять большую часть стружки из отверстия и предотвращает поломку сверла.

Для сложных процессов (черновая обработка, чистовая обработка и т.д.) в зависимости от количества программируемых геометрических элементов используется несколько блоков программы. К тому же количество программных блоков может быть различным в зависимости от используемых геометрических фигур, которые определяет профиль.

*Разработка фрагмента управляющей программы обработки для операции 015.*

Контур обрабатываемой детали, траектория движения инструмента, таблицы с опорными точками приведен на плакатах к операции 015.

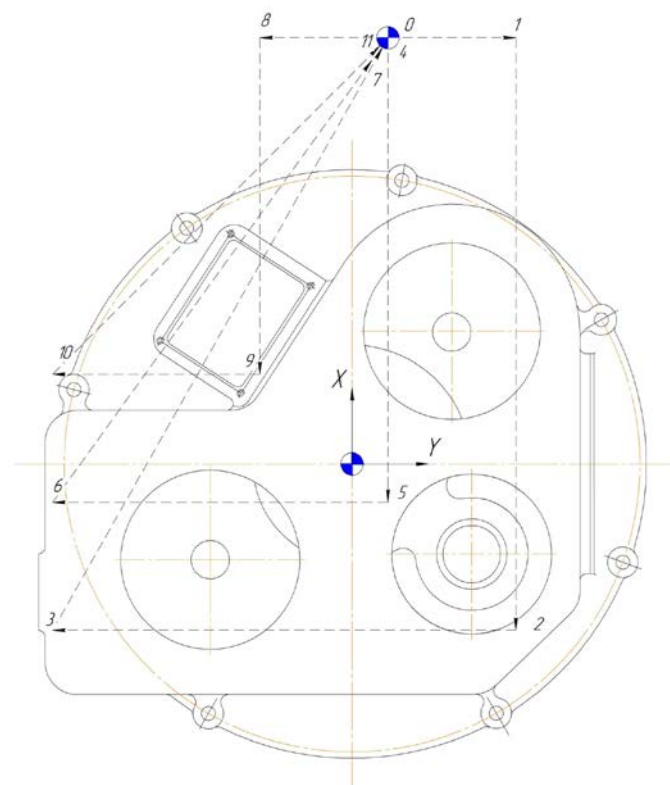


Рисунок 24 – Базовые точки и оси координат

Таблица 15 - Разработка фрагмента управляющей программы

Номер точки	Координаты точки		
	X	Y	Z
1	2	3	4
Строка обхода 0 – 1 – 2 – 1 – 3 – 4 – 3 – 5 – 6 – 5 – 7 – 8 – 7 – 0			
0	0	0	300
1	148	263	112,9
2	148	150	112,9
3	300	-150	112,9
4	78	263	112,9
5	78	-80	112,9
6	-300	-80	112,9
7	8	263	112,9
8	8	-10	112,9
9	-300	-10	112,9
10	-62	-10	112,9
11	-62	60	112,9
12	-300	60	112,9

Таблица 16 - Управляющая программа

Операция 015	
1	2
N30	T1 G17 S800
N30	G0 G90 Y-300
N30	G0 A-90 C+180
N30	PLANE SPATIAL SPA-90 SPB+0 SPC+180 STAY SEQ- COORD ROT
N35	G90 G0 Z+300 M13
N40	G0 X+148 Y+263
N45	G1 Z+114.9 F2500
N50	N50 Z+112.9 F550
N55	Y-150
N60	X-300
N65	G0 Z+300
N70	X+78 Y+263
N75	G1 Z+114.9 F2500
N80	Z+112.9 F550
N85	Y-80
N90	X-300
N95	G0 Z+300
N100	X+8 Y+263
N105	G1 Z+114.9 F2500
N110	Z+112.9 F550
N115	Y-10
N120	X-300
N125	G0 Z+300
N130	X-62 Y+263
N135	G1 Z+114.9 F2500
N140	Z+112.9 F550
N145	Y+60
N150	X-300
N155	G0 Z+300
N160	G0 Z+300
N165	M05 M09
N170	G0 Y-300
N170	PLANE RESET STAY
N170	G0 A+0 C+0
N170	M01

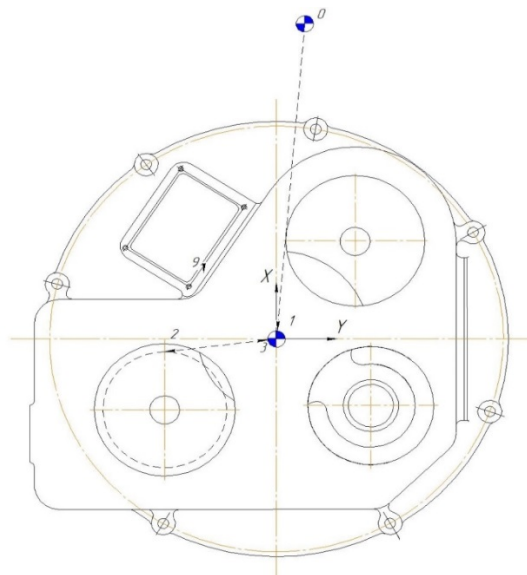


Рисунок 11 – Базовые точки и оси координат

Таблица 17 - Разработка фрагмента управляющей программы

Номер точки	Координаты точки		
	X	Y	Z
1	2	3	4
Строка обхода 0 – 1 – 2 – 1 – 3 – 4 – 3 – 5 – 6 – 5 – 7 – 8 – 7 – 0			
0	0	0	300
1	-111,091	-26,932	80

Таблица 18 - Управляющая программа

Операция 015	
1	2
N275	T3 G17 S5000
N30	G0 G90 Y-300
N30	G0 A-90 C+180
N30	PLANE SPATIAL SPA-90 SPB+0 SPC+180 STAY SEQ- COORD ROT
N280	G90 G0 Z+300 M13
N285	X-111.091 Y-26.932
N290	G1 Z+98.45 F2500
N295	Z+96.45 F1000
N300	G41 Y-12.932
N305	G3 X-111.091 Y-12.932 I-111.091 J-74.932



## 2. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В данной выпускной квалификационной работе производится разработка современного технологического процесса детали «Корпус редуктора погрузчика» на участке механической обработки в условиях среднесерийного производства с количеством выпускаемых готовых изделий 500 шт. в год.

В данной главе выполняется сравнение двух вариантов технологического процесса базового и проектного для того, чтобы определить, насколько эффективны изменения в технологическом процессе с экономической точки зрения.

Сравним себестоимость обработки по каждому из вариантов. После внедрения нового технологического процесса определим годовую экономию.

В базовом варианте основным недостатком является то, что исключено применение станков с ЧПУ. В связи с этим задействовано большое число станочников, это приводит к дополнительным затратам в заработной плате, также возрастают затраты на использование инструмента и приспособлений. Из-за постоянной смены технологических баз увеличивается вероятность брака, в результате возрастает погрешность обработки.

Выбор методики расчета экономической эффективности мероприятий в выпускной квалификационной работе определяется темой и содержанием технологической части работы, а также наличием необходимой исходной информации. Экономический эффект от внедрения в производства нового технологического процесса заключается в снижении годовых эксплуатационных издержек.

## 2.1. Исходные данные

Годовая программа выпуска – 500 шт.;

Нормы штучно-калькуляционного времени Тшт-к (мин.) для базовой и проектируемой операций занесены в таблицу 19.

Таблица 19 – Нормы штучно-калькуляционного времени

Варианты	Тшт-к мин
1	2
Базовый вариант	132,6
Проектный вариант	35,4

Таблица 20 – Часовые тарифные ставки, р.

Наименование профессии	Разряды		
	3	4	5
1	2	3	4
Фрезеровщик	192,62	218,89	245,16
Сверловщик	172,80	193,54	216,76
Токарь	205,2	229,8	273,46
Расточник	219,5	245,84	292,55
Оператор станков с ЧПУ	322,58	361,28	380,98

Рассчитываем действительный годовой фонд времени работы оборудования по формуле

$$F_{об} = F_n \left( 1 - \frac{k_p}{100} \right)$$

где  $F_n$  – номинальный фонд времени работы единицы оборудования, ч;

$k_p$  – потери номинального времени работы единицы оборудования на ремонтные работы, %.

Номинальный фонд времени работы единицы оборудования определяется по производственному календарю на текущий год (365 – календарное количество дней; 118 – количество выходных и праздничных

дней; 247 – количество рабочих дней, из них: 3 – сокращенные предпраздничные дни продолжительностью 7 ч; 244 – рабочие дни продолжительностью 8 ч). Отсюда количества рабочих часов оборудования (номинальный фонд):

- при односменной работе составляет:

$$F_H = 244 \cdot 8 + 3 \cdot 7 = 1973 \text{ ч}$$

- при работе в три смены:

$$F_H = 1930 \cdot 3 = 5790 \text{ ч}$$

Потери рабочего времени на ремонтные работы равны 2,0 % рабочего времени универсального оборудования и 9,0 % для обрабатывающего центра с ЧПУ.

$$F_{об} = 5790 \cdot \left(1 - \frac{9}{100}\right) = 5269 \text{ ч проектируемый вариант.}$$

Программа выпуска в год  $N = 500$  шт.

Количество технологического оборудования определяется по формуле:

$$q = \frac{t_{шт-к} \cdot N_{год}}{F_{об} \cdot K_{вн} \cdot K_3 \cdot 60'}$$

где  $t_{шт-к}$  – штучно-калькуляционное время операции, мин.;

$N_{год}$  – годовая программа выпуска деталей, шт.;

60 – перевод минут в часы;

$F_{об}$  – действительный фонд времени работы оборудования;

$K_{вн}$  – коэффициент выполнения норм времени (1,0 – 1,2);

$k_3$  – коэффициент загрузки оборудования (по данным предприятия).

Нормы амортизационных отчислений:

Для универсального оборудования 7%;

Для станков с ЧПУ 12% от стоимости станка.

Стоимость электроэнергии  $1 \text{ кВт} \cdot \text{ч} = 6,38 \text{ р.}$

## 2.2. Определение капитальных вложений

Состав капитальных вложений К, руб. определяем по формуле:

$$K = \sum K_{\text{заг}} + \sum K_{\text{обр}} + \sum K_{\text{прг}}$$

где Кобр – капитальные вложения в оборудовании, р.;

Кпрг – капитальные вложения в программное обеспечение, р.;

Кзаг – затраты на изготовление заготовки.

Определение количества технологического оборудования. Количество технологического оборудования определяется по формуле:

$$q = \frac{t_{\text{шт-к}} \cdot N}{F_{\text{д}} \cdot K_{\text{в}} \cdot K_{\text{з}} \cdot 60},$$

где тшт-к – штучно-калькуляционное время операции, мин.;

Nгод – годовая программа выпуска деталей, шт.;

60 – перевод минут в часы;

Fд – действительный фонд времени оборудования, ч;

Kв – коэффициент выполнения норм времени, 1,15;

kз – коэффициент загрузки оборудования, 0,78.

Таблица 21 – Количество оборудования по базовому варианту

№ опер	Оборудование	Модель оборудования	Количество станков	
			Расчет.	Принят.
1	2	3	4	5
310	Фрезерный	6Н13П	0,27	1
320	Токарный	163/2800	2,12	3
325	Радиально-сверлильный	2Н135	0,65	1
330	Горизонтально-расточной	2В440А	1,08	1

Таблица 22 – Количество оборудования по проектному варианту

№ опер	Оборудование	Модель оборудования	Количество станков	
			Расчет.	Принят.
1	2	3	4	5
010	Токарный с ЧПУ	EMCOMAT 360	0,1	1
015	Комплексная с ЧПУ	FVU 800	0,99	1

Таблица 23 – Сводная ведомость оборудования

Наименование оборудования	Количество оборудования		Суммарная мощность, кВт		Стоимость одного станка, руб.	Стоимость всего оборудования, руб	
	Базовый вариант	Проектируемый вариант	Одного станка	Всех станков	Цена	Базовый вариант	Проектируемый вариант
1	2	3	4	5	6	7	8
EMCO 360	1	1	7,5	7,5	3500000	-	3500000
2Н135	1	-	4,0	4,0	120000	120000	-
2В440А	1	-	2,2	2,2	280000	280000	-
163/2800	3	-	7,5	22,5	1550000	4650000	-
FVU 800	-	1	28	28	13490000	-	13490000
Итого	6	2	49,2	64,2	-	5050000	16990000

При проектировании нового технологического процесса технолог использует уже имеющиеся на предприятии станки, так как покупка нового оборудования для изготовления одной конкретной детали несообразна.

Затраты на программное обеспечение определяются по формуле:

$$K_{\text{прг}} = K_{\text{уп}} \cdot K_{\text{з}} \cdot n,$$

где  $K_{\text{уп}}$  – стоимость одной управляющей программы,  $K_{\text{уп}} = 8000 \text{ р.}$ ;

$K_{\text{з}}$  – коэффициент, учитывающий потребности в восстановлении программы,  $K_{\text{з}} = 1,1$ ;

$n=2$  количество операций для которых необходима программа.

$$K_{\text{прг}} = 8000 \cdot 1,1 \cdot 2 = 17600 \text{ р.}$$

Итого, единовременные вложения на программное обеспечение составит 17600 р.

### 2.3. Расчет технологической себестоимости

В общем случае технологическая себестоимость складывается из суммы следующих элементов:

$$C = Z_m + Z_{зп} + Z_э + Z_{об} + Z_{осн} + Z_{и} ,$$

где  $Z_m$  – затраты на все виды материалов и комплектующих, р.;

$Z_э$  – затраты на технологическую электроэнергию, р.;

$Z_{зп}$  – затраты на заработную плату, р.;

$Z_{об}$  – затраты на содержание и эксплуатацию оборудования, р.;

$Z_{осн}$  – затраты, связанные с эксплуатацией оснастки, р.;

$Z_{и}$  – затраты на малоценный инструмент, р.

Так как усовершенствованный технологический процесс не предполагает изменения метода получения заготовки, то нет необходимости учитывать затраты на ее изготовление.

$$Z_{зп} = Z_{пр} + Z_{н} + Z_э + Z_{к} + Z_{тр},$$

где  $Z_{пр}$  – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование производственных рабочих, р.;

$Z_{н}$  - основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование наладчиков, р.;

$Z_э$  - основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование электронщиков, р.;

$Z_{к}$  - основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование контролеров, р.;

$Z_{тр}$  - основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование транспортных рабочих, р.

Расчет технологической себестоимости производится по изменяющимся статьям.

### 2.3.1. Основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих

Считается с отчислениями на социальное страхование, при применении сдельной оплаты труда, р.:

$$З_{пр} = C_m \cdot t_{шт-к} \cdot k_{мн} \cdot k_{доп} \cdot k_{есн} \cdot k_p,$$

где  $C_m$  – часовая тарифная ставка производственного рабочего на операции, р;

$t_{шт-к}$  – штучно-калькуляционное время на операцию, час;

$k_{мн}$  – коэффициент, учитывающий многостаночное обслуживание ( $k_{мн}=1,0$ );

$k_{доп}$  – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату (1,2);

$k_{есн}$  – коэффициент, учитывающий страховые взносы ( $k_{есн}=1,3$ );

$k_p$  – районный коэффициент, компенсирующий различия в стоимости жизни в различных природно-климатических условиях ( $k_p=1,15$ ).

Численность станочников (операторов) вычисляется по формуле:

$$\chi_{ст} = \frac{t \cdot N_{год} \cdot k_{мн}}{F_p \cdot 60},$$

где  $t$  – штучное время операции, мин.;

$N_{год}$  – годовая программа выпуска детали,  $N_{год}=500$  шт.;

$k_{мн}$  – коэффициент, учитывающий многостаночное обслуживание ( $k_{мн}=1,0$ );

$F_p$  – действительный годовой фонд работы одного рабочего,  $F_p = 5269$  ч.

Принимаемую численность рабочих и затраты на заработную плату производственных рабочих заносим в таблицу 24 и 25.

Таблица 24 – Затраты на заработную плату станочников по базовому варианту

Наименование операции	Часовая тарифная ставка, р.	Штучное время, мин	Заработная плата, р.	Численность станочников, расчетная	Численность станочников, принятая чел.
1	2	3	4	5	6
Фрезерная	218,89	8,6	54,98	0,24	1
Токарная	273,46	68,4	559,3	1,94	2
Сверлильная	172,8	20,8	108,5	0,6	1
Расточная	245,84	34,8	255,8	0,99	1
Итого			978,58		5

Таблица 25 – Затраты на заработную плату станочников по проектному варианту

Наименование операции	Часовая тарифная ставка, р.	Штучное время, мин	Заработная плата, р.	Численность станочников, расчетная	Численность станочников, принятая чел.
1	2	3	4	5	6
Токарная	218,89	3,3	21,6	0,09	1
Комплексная с ЧПУ	361,28	32,1	350,0	0,91	1
Итого			371,6		2

### 2.3.2. Заработная плата вспомогательных рабочих

Заработная плата вспомогательных рабочих определяется по формуле:

$$Z_{\text{всп}} = \frac{C_t^{\text{всп}} \cdot F_p \cdot \chi_{\text{всп}} \cdot k_{\text{доп}} \cdot k_{\text{есн}} \cdot k_p}{N_{\text{год}}},$$

где  $C_t^{\text{всп}}$  – часовая тарифная ставка рабочего соответствующей специальности и разряда, р.;

$F_p$  – действительный годовой фонд работы одного рабочего, ч;

$N_{\text{год}}$  – годовая программа выпуска детали, шт.;



$Ч_{всп}$  – численность вспомогательных рабочих соответствующей специальности и разряда, чел.

$$Ч_{всп} = \frac{q_p \cdot n}{H},$$

где  $q_p$  – расчетное количество оборудования, шт.;

$n$  – число смен работы оборудования;

$H$  – число станков, обслуживаемых одним наладчиком, электронщиком.

Численность транспортных рабочих - 5% от числа станочников, контролеров - 7% от числа станочников.

Результаты расчетов сведем в таблицу 26 и 27.

Таблица 26 – Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих по базовому варианту

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, р.	Численность, чел	Затраты на изготовление одной детали, р.
1	2	3	4
Контролер	173	0,35	63,66
Транспортный работник	150	0,25	39,42
Итого		0,6	103,08

Таблица 27 – Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих по проектному варианту

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, р.	Численность, чел	Затраты на изготовление одной детали, р.
1	2	3	4
Контролер	173	0,14	25,46
Транспортный работник	150	0,1	15,77
Наладчик	233	1	233
Итого		1,24	274,23

## 2.4. Затраты на электроэнергию

Затраты на электроэнергию, расходуемую на выполнение технологической операции, рассчитываются по формуле:

$$З_э = \frac{N_y \cdot k_N \cdot k_{вр} \cdot k_{о.д.} \cdot k_W \cdot t_{шт-к}}{\eta \cdot k_B} \cdot Ц_э, \text{ р.}$$

где  $N_y$  – установленная мощность главного электродвигателя, кВт;

$k_N$  – средний коэффициент загрузки электродвигателя по мощности, 0,3;

$k_{вр}$  – средний коэффициент загрузки электродвигателя по времени, 0,5;

$k_{о.д.}$  – средний коэффициент одновременности работы всех электродвигателя станка ( $k_{о.д.} = 1$ );

$k_W$  – коэффициент, учитывающий потери электроэнергии в сети завода ( $k_W = 1,04$ );

$k_B$  – коэффициент выполнения норм времени на операциях технологического процесса 1,15;

$\eta$  – коэффициент полезного действия металлорежущего оборудования (принимается по паспорту оборудования) 0,9;

$Ц_э = 6,38$  руб. – стоимость 1 кВт·ч электроэнергии.

Результаты расчетов по вариантам сводятся в таблицы 28 и 29.

Таблица 28 – Затраты на электроэнергию по базовому варианту

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное время, мин	Затраты на эл. энергию, р
1	2	3	4
6Н13П	7,5	8,6	1,01
2Н135	4,0	20,8	1,35
2В440А	2,2	34,8	1,23
163/2800	22,5	68,4	24,67
Итого	36,2	132,6	28,26

Таблица 29 – Затраты на электроэнергию по проектному варианту

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное время, мин	Затраты на эл. энергию, р
1	2	3	4
EMCO 360	7,5	3,3	0,062
FWU 800	28,0	32,1	14,54
Итого	35,5	35,4	14,6

#### 2.4.1. Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования рассчитываются по формуле:

$$З_{об} = C_{ам} + C_{рем},$$

где  $C_{ам}$  – амортизационные отчисления от стоимости технологического оборудования, р;

$C_{рем}$  – затраты на ремонт технологического оборудования, р.

Амортизационные отчисления на каждый вид оборудования определяют по формуле:

$$C_{ам} = \frac{Ц_{об} \cdot N_{ам} \cdot t_{шт-к}}{F_{об} \cdot k_3 \cdot k_{вн} \cdot 60},$$

где  $Ц_{об}$  – цена единицы оборудования, р.;

$N_{ам}$  – норма амортизационных отчислений;

$F_{об}$  – годовой действительный фонд времени работы оборудования, час;

$k_3$  – нормативный коэффициент загрузки оборудования;

$k_{вн}$  – коэффициент выполнения норм.

#### 2.4.2. Определение затрат на текущий ремонт оборудования.

Затраты на текущий ремонт оборудования можно определить укрупненным расчетам по примерным нормам затрат на ремонт от стоимости оборудования. Затраты на ремонт универсальные станки – 3%, станки с ЧПУ- %.

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования заносятся таблицу 30 и 31.

Таблица 30 – Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования по базовому варианту

Модель станка	Стоимость, руб.	Кол, шт.	Норма амортизации	Штучно-калькуляционное время, мин.	Амортизационные отчисления, р.	Затраты на ремонт, р.
1	2	3	4	5	6	7
6Н13П	350000	1	7%	8,6	2,18	3,5
2Н135	120000	1	7%	20,8	0,94	0,63
2В440А	280000	1	7%	34,8	7,06	2,8
163/2800	1550000	3	7%	42,0	230,46	46,5
Итого:	2300000		28%	106,2	240,64	53,43

Таблица 31 – Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования по проектному варианту

Модель станка	Стоимость, руб.	Кол, шт.	Норма амортизации	Штучно-калькуляционное время, мин.	Амортизационные отчисления, р.	Затраты на ремонт, р.
1	2	3	4	5	6	7
EMCO 360	3500000	1	7%	3,3	0,84	3,5
FWU 800	13490000	1	12%	32,1	538,73	89,9
Итого:	16990000	2	19%	35,4	539,57	93,4

### 2.4.3. Определение затрат на эксплуатацию инструмента

Затраты на эксплуатацию инструмента в базовой технологии вычисляется по формуле:

$$З_{и} = \frac{Ц_{и} + \beta_{п} \cdot Ц_{п}}{T_{ст} \cdot (\beta_{п} + 1)} \cdot T_{м} \cdot \eta_{и},$$

где  $Ц_{и}$  – цена единицы инструмента, р;

$\beta_{п}$  – число переточек;

$Ц_{п}$  – стоимость одной переточки;

$T_{ст}$  – период стойкости инструмента;

$T_{м}$  – машинное время;

$\eta_{и}$  – коэффициент случайной убыли инструмента,  $\eta_{и} = 1,05$ .

Таблица 32 - Затраты на эксплуатацию инструмента базового процесса

Наименование инструмента	Стоимость, руб	Стойкость, мин	Кол-во переточек	Стоимость одной переточки	Маш. время	Коэф. убыли	Затра-ты
1	2	3	4	5	6	7	8
Фреза	Ø125 2214-0503	700	65	8	80	1,06	1,05
Фреза	Ø100 2214-0501	900	65	8	80	1,1	1,05
Фреза	Ø30 2223-1037	700	65	8	80	1,8	1,05
Сверло	Ø20 2301-0920	450	70	12	30	2,0	1,05
Сверло	Ø33 2301-0117	800	80	12	30	1,0	1,05
Сверло	Ø15 2301-0880	450	70	12	30	1,06	1,05
Сверло	Ø26 2301-0945	800	80	12	30	1,0	1,05
Сверло	Ø30 2301-0960	800	80	12	30	1,0	1,05
Сверло	Ø10,7 2300-0905	200	70	12	30	1,06	1,05
Сверло	Ø6,8 2301-0808	200	70	12	30	2,4	1,05
Сверло	Ø3,3 2300-0834	200	70	12	30	14,7	1,05
Сверло	Ø5 2300-0849	200	70	12	30	2,2	1,05

Продолжение таблицы 32

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Сверло	Ø4,2 2300-0843	200	70	12	30	2,5	1,05	1,62
Развертка	Ø55 2363-2422	800	45	1	90	1,8	1,05	18,6
Зенковка	Ø16 2353-0021	450	70	12	30	0,25	1,05	0,23
Зенковка	Ø8 2853-0443	200	70	12	30	1,2	1,05	0,78
Зенковка	Ø17 6116-0481	450	70	12	30	2,5	1,05	2,34
Резец	32x25 2140-0059	320	100	10	40	22,53	1,05	15,5
Резец	32x25 2140-0009	320	100	10	40	11,0	1,05	7,56
Резец	25x25 2140-0009	320	100	10	40	4,6	1,05	3,1
Резец	25x25 2141-0010	320	100	10	40	6,3	1,05	4,3
Итого:								83,41

Затраты на годовую программу составляют:

$$Z_{\text{инстр/год}} = Z_{\text{инстр/дет}} \cdot N = 83,41 \cdot 500 = 41705 \text{ руб.}$$

Исходные данные расчета затрат проектируемого варианта.

Таблица 33 - Исходные данные расчета затрат проектируемого варианта

Наименование инструмента		Стои- мость, руб	Стой- кость, мин	Кол-во переточек	Маш. время	Кэф. убыли	Затраты
1		2	3	4	5	6	7
Фреза	Ø32 RA790- 032M32S2-16L	700	65	8	0,41	1,05	0,98
Фреза	Ø160 2214-0157	700	65	8	0,18	1,05	0,43
Фреза	Ø20 316-20BM240- 200AG	700	65	8	0,37	1,05	0,89
Фреза	327-20B35SC- 14	900	65	8	0,56	1,05	1,63

Продолжение таблицы 33

1	2	3	4	5	6	7	8
Сверло	Ø7 R842-0700-50- A1A	200	70	12	1,11	1,05	0,72
Сверло	Ø26 880-D2600L32- 02	800	80	12	0,26	1,05	0,3
Сверло	Ø10,7 R842-1070-50- A1A	200	70	12	0,3	1,05	0,2
Сверло	Ø6,8 860/1-0680- 040A0-PM4234	200	70	12	1,4	1,05	0,9
Сверло	Ø3,3 R842-0330-50- A0A	200	70	12	1,1	1,05	0,71
Сверло	Ø5 R842-0500-50- A0A	200	70	12	1,4	1,05	0,9
Сверло	Ø4,2 R842-0420-50- A0A	200	70	12	0,74	1,05	0,48
Развертка	Ø11,3 435.T-1130-A1- XF	420	45	1	0,6	1,05	3,2
Зенковка	Ø16 1C050-0300- 045-XA1620	450	70	12	0,07	1,05	0,07

Затраты на пластину определяются по формуле:

$$З_{пл} = \frac{Cm_{пл} \cdot T_o}{T_{ст}} \cdot K_{уб} \cdot n,$$

где  $Cm_{пл}$  – стоимость пластины, руб;

$T_{ст}$  – период стойкости пластины, мин;

$T_o$  – время обработки пластиной, мин;

$K_{уб}$  – коэффициент случайной убыли инструмента,  $K_{уб} = 1,05$ ;

$n$  – количество пластин устанавливаемых на инструмент

Таблица 34 - Исходные данные расчета затрат проектируемого варианта

Наименование инструмента		Стоимость, руб.	Стойкость, мин.	Маш. время	Затраты
Пластина	R790-160408PH-NMH13A	600	220	0,63	1,72
Пластина	327R12-22 40020-RM	500	180	0,6	1,7
Пластина	880-0503W05H-P-GM4344	500	180	0,8	2,67
Пластина	CCMT 060204-FTJC215V «DIJET»	450	360	1,0	3,68
Пластина	CCMT 060202-FTJC215V «DIJET»	450	360	0,7	2,44

Таблица 35 - Исходные данные расчета затрат проектируемого варианта

Наименование инструмента		Стоимость, руб	Стойкость установок	Затраты
1		2	3	4
Расточная головка	BR20-29 CC06FEN20	11500	900	0,82
Расточная головка	C.04.025.031.056 «EROGLU»	10900	550	0,45

Результаты расчетов технологической себестоимости годового объема выпуска детали представлены в таблице 35.

Таблица 36 – Технологическая себестоимость обработки детали, р.

Статья затрат	Базовый вариант	Проектный вариант
1	2	3
Заработная плата с начислениями	1081,66	412,83
Затраты на электроэнергию	28,26	14,6
Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования	294,09	632,13
Затрат на эксплуатацию инструмента	83,41	24,89
Итого	1487,42	1084,45



## 2.5.Определение годовой экономии от изменения техпроцесса

Одним из важных показателей экономического эффекта от спроектированного варианта технологического процесса является годовая экономия, полученная в результате снижения себестоимости:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (C_{\text{б}} - C_{\text{пр}}) \cdot N_{\text{год}},$$

где  $C_{\text{б}}$ ;  $C_{\text{пр}}$  – технологическая себестоимость одной детали по базовому и проектируемому вариантам соответственно, р.;

$N_{\text{год}}$  – годовая программа выпуска деталей, шт.

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (1487,42 - 1084,45) \cdot 500 = 201,485 \text{ руб.}$$

Определим производительность труда:

$$B = \frac{F_{\text{р}} \cdot k_{\text{вн}} \cdot 60}{t_{\text{осн}}},$$

где  $F_{\text{р}}$  – действительный фонд времени работы одного рабочего, ч;

$k_{\text{вн}}$  – коэффициент выполнения норм.

Производительность труда в базовом техпроцессе:

$$B_{\text{б}} = \frac{1758 \cdot 1,2 \cdot 60}{132,6} = 955 \text{ шт/год}$$

Производительность труда в проектируемом техпроцессе:

$$B_{\text{б}} = \frac{1758 \cdot 1,2 \cdot 60}{35,4} = 3576 \text{ шт/год}$$

Рост производительности труда:

$$\Delta B = \frac{B_{\text{пр}} - B_{\text{б}}}{B_{\text{б}}} \cdot 100\%,$$

где  $B_{\text{пр}}$ ,  $B_{\text{б}}$  – производительность труда соответственно проектируемого и сравниваемого вариантов.

$$\Delta B = \frac{3576 - 955}{955} \cdot 100 = 274\%$$

Технико-экономические показатели проекта приведены в таблице 26.

Таблица 37 - Техничко-экономические показатели проекта

Наименование показателя	Значение показателя по вариантам		Изменение показателя
	Сравниваемый вариант	Проектируемый вариант	
1	2	3	4
Годовой выпуск деталей, шт.	500	500	-
Численность рабочих, чел.	5	2	-3
Количество видов оборудования, шт	4	2	-2
Трудоемкость обработки одной детали, н/ч	2,21	0,59	1,62
Технологическая себестоимость обработки детали, р.	1487,42	1084,45	-402,97
Затраты на годовой выпуск деталей, р.	4462260	3297660	-1164600
Производительность труда, шт/год	955	3576	+2621
Рост производительности труда, %	100	274	+174

**Вывод:**

Изменение технологического процесса, а именно, применение новых комплексных станков с ЧПУ, дало возможность уменьшить себестоимость обработки детали, снизить производственный цикл, повысить качество обработки. Следовательно, спроектированный технологический процесс является более производительный по сравнению с базовым.

### 3. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Конструкция металлорежущих станков, как любого технологического оборудования, изменяются во времени. С появлением новых механизмов, повышается производительность и качество обработки, а также расширяются технологические возможности.

Основной задачей для повышения производительности труда является внедрение машин и оборудования со встроенными средствами микропроцессорных станков с числовым программным управлением и робототехнических комплексов, гибких производственных систем. Этот вид технологического оборудования отвечает современным требованиям производства. Быстрые перемены в условиях и характере производства - отличительная черта последних десятилетий. Поэтому производство приобретает такие новые качества, как гибкость и экономичность, высокий уровень автоматизации.

Станки с системами ЧПУ широко применяют практически во всей металлообрабатывающей промышленности. Применение станков с ЧПУ дает значительный экономический эффект и характеризуется увеличением производительности в 2 - 6 раз; высвобождением от трех до восьми универсальных станков; увеличением времени обработки резанием до 50 - 80% общего машинного времени против 15 - 35% у большинства универсальных станков; сокращением сроков подготовки производства и технологической оснастки при смене изделия; уменьшением брака; обеспечением взаимозаменяемости; возможностью многостаночного обслуживания.

В дипломном проекте рассматриваются вопросы совершенствования технологического процесса изготовления детали «Корпус редуктора погрузчика».

В связи с переводом технологического процесса в серийное производство появляется необходимость повышения квалификации рабочих по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» со 2-го разряда на 3-ий.

Обучение производится на базе центра ДПО ПАО «МЗиК», который обладает достаточной учебно-методической и материальной базой.

В учебном центре работают высококвалифицированные и опытные преподаватели, руководители практики, мастера производственного обучения, инструкторы производственной практики. Для обеспечения качественного процесса обучения учебный центр имеет учебно-материальную базу в составе:

- учебные кабинеты, компьютерные классы;
- высокотехнологичное современное оборудование в цехах предприятия, привлекаемое к учебному процессу в соответствии с порядком использования производственного и технологического оборудования предприятия в образовательном процессе;
- класс высокотехнологичного перенастраиваемого оборудования на базе станков с ЧПУ, с возможностью выбора системы ЧПУ и типа оборудования.
- учебно-методический кабинет,
- техническую библиотеку, читальный зал;
- кабинеты для сотрудников учебного центра, помещение для преподавателей.

Все помещения оборудованы в соответствии с действующими нормативами и санитарными правилами.

Основным принципом деятельности Учебного центра ПАО «МЗиК» является не только обеспечение производства квалифицированными кадрами, но и создание условий для дальнейшего продвижения личности.

Программа развития ставит перед собой цели:

-создание необходимых условий для удовлетворения потребностей личности в образовательных услугах в соответствии с ее интересами, способностями, состоянием здоровья, возможностями подготовки, потребностями предприятия.

-обеспечение возможностей для профессионального и социального самоопределения личности.

Целью методической части ВКР является разработка учебно-методической документации по программированию пятикоординатного вертикально-фрезерного обрабатывающего центра FVU-800, используемого в выпускной квалификационной работе и разработка методического обеспечения занятия теоретического обучения для повышения квалификации рабочих по профессии Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ.

Программа занятий рассчитана на людей, имеющих опыт работы со станками, оснащенными числовым программным управлением, и должна помочь в короткие сроки освоить новое металлорежущее оборудование с системой ЧПУ фирмы HEIDENHAIN.

### **3.1. Анализ профессионального стандарта по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»**

С недавнего времени в России действует профессиональный стандарт по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ», который утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации 4 августа 2014г. № 530н.

Основной вид профессионально деятельности по данной профессии - Наладка обрабатывающих центров с программным управлением и обработка деталей.

В таблице 38 будет приведено описание трудовых функций оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ в соответствии с профессиональным стандартом.

Таблица 38 - Описание трудовых функций оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ

Обобщенные трудовые функции		Трудовые функции		
Наименование	уровень квалифика ции	наименование	код	уровень (подуровень) квалификации
1	2	3	4	5
Наладка и подналадка обрабатывающих центров с программным управлением для обработки простых и средней сложности деталей; обработка простых и сложных деталей	2	Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 8–14 квалитетам	A/01.2	2
		Настройка технологической последовательности обработки и режимов резания, подбор режущих и измерительных инструментов и приспособлений по технологической карте	A/02.2	2
		Установка деталей в универсальных и специальных приспособлениях и на столе станка с выверкой в двух плоскостях	A/03.2	2
		Отладка, изготовление пробных деталей и передача их в отдел технического контроля (ОТК)	A/04.2	2
		Подналадка основных механизмов обрабатывающих центров в процессе работы	A/05.2	2
		Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 8–14 квалитетам	A/06.2	2
		Инструктирование рабочих, занятых на обслуживаемом оборудовании	A/07.2	2

Продолжение таблицы 38

1	2	3	4	5
Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей, требующих перестановок и комбинированного их крепления; обработка деталей средней сложности	3	Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7–8 квалитетам	В/01.3	3
		Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)	В/02.3	3
		Установка деталей в приспособлениях и на столе станка с выверкой их в различных плоскостях	В/03.3	3
		Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 7–8 квалитетам	В/04.3	3
Наладка и регулировка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей и сборочных единиц с разработкой программ управления; обработка сложных деталей	4	Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий и поверхностей в деталях по 6 квалитету и выше	С/01.4	4
		Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 6 квалитету и выше	С/02.4	4

Проведем Анализ обобщенной трудовой функции – «Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей, требующих перестановок и комбинированного их крепления; обработка деталей средней сложности». Анализ приведен в таблице 39.

Таблица 39 - Анализ обобщенной трудовой функции

Наименование	Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей, требующих перестановок и комбинированного их крепления; обработка деталей средней сложности	Код	А	Уровень квалификации	3
Возможные наименования должностей	Наладчик обрабатывающих центров (5-й разряд) Оператор обрабатывающих центров (5-й разряд) Оператор-наладчик обрабатывающих центров (5-й разряд) Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ 3-й квалификации Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ 3-й квалификации Наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ 3-й квалификации				
Требования к образованию и обучению	Среднее профессиональное образование – программы подготовки квалифицированных рабочих (служащих)				
Требования к опыту практической работы	Не менее одного года работ второго квалификационного уровня по профессии «оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»				
Особые условия допуска к работе	Прохождение обязательных предварительных (при поступлении на работу) и периодических медицинских осмотров (обследований), а также внеочередных медицинских осмотров (обследований) в установленном законодательством Российской Федерации порядке				
	Прохождение работником инструктажа по охране труда на рабочем месте				

В рамках анализируемой обобщенной трудовой функции, обучаемый должен уметь выполнять следующие трудовые функции:

Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7–8 квалитетам;

Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ);

Установка деталей в приспособлениях и на столе станка с выверкой их в различных плоскостях;

Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 7–8 квалитетам.



Из предложенного количества трудовых функций, выбираем трудовую функцию «Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)». Данная трудовая функция должна быть сформирована на третьем уровне (подуровне) квалификации. Анализ приведен в таблице 40.

Таблица 40 – Анализ трудовой функции «Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)»

Наименование	Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)	Код	В/02.3	Уровень (подуровень) квалификации	3
Трудовые действия	Корректировка чертежа изготавливаемой детали				
	Выбор технологических операций и переходов обработки				
	Выбор инструмента				
	Расчет режимов резания				
	Определение координат опорных точек контура детали				
	Составление управляющей программы				
Необходимые умения	Программировать станок в режиме MDI (ручной ввод данных)				

В итоге анализа данной трудовой функции можно сформировать учебный план повышения квалификации Операторов-наладчиков обрабатывающих центров с ЧПУ в учебном центре.

### 3.2. Анализ учебно-программной документации

Курсы целевого назначения со сроком обучения 72 часа «Обслуживание и программирование технологических операций на фрезерных станках и обрабатывающих центрах с ЧПУ с системой управления «HEIDENHAIN TNC 530» предназначены для обучения и повышения квалификации Операторов-наладчиков обрабатывающих центров с ЧПУ. Подразумевается, что Операторы-наладчики будут работать на пятикоординатном вертикально-фрезерном обрабатывающем центре модели FVU-800 с системой управления HEIDENHAIN TNC 530 и программировать технологические операции.

Программа содержит тематический план, который определяет объем и тематику курса, последовательность изучения тем.

В процессе обучения слушатели знакомятся с функциональными возможностями УЧПУ «HEIDENHAIN TNC 530», основами программирования, отрабатывают практические навыки по управлению станком.

Для проведения обучения привлекаются квалифицированные специалисты предприятия, имеющие необходимое среднетехническое или высшее образование и богатый практический опыт по работе на металлорежущем оборудовании и разработке технологических процессов.

Программа разработана преподавателями учебного центра ПАО «МЗиК» на основании следующей документации:

- Руководства по эксплуатации системы ЧПУ HEIDENHAIN TNC 530.

- Документации по программированию и управлению ОЦ модели FVU-800 с системой управления ЧПУ HAIDENHAIN 530.

Программа предусматривает теоретическое и практическое обучение.

Теоретическое обучение проходит на базе интерактивного учебного класса. Программа содержит комплексный учебно-тематический план, который определяет объем и тематику курса, последовательность изучения тем.

В процессе обучения учащиеся знакомятся с функциональными возможностями обрабатывающего центра FVU-800, изучают систему управления HEIDENHAIN TNC 530 при использовании программы-эмулятора ЧПУ, основы программирования, отрабатывают практические навыки по управлению технологическими процессами.

В практической части обучения происходит отработка практических навыков на оборудовании учебного центра и на обрабатывающем центре модели FVU-800.

Программа обучения содержит комплексный учебно-тематический план, который определяет объем и тематику курса, последовательность изучения тем.

По окончании обучения Операторы-наладчики обрабатывающих центров с ЧПУ сдают квалификационные экзамены, в которые включаются проверка теоретических знаний и выполнение производственных работ, после чего им выдается сертификат повышения квалификации.

В таблице 41 приведем учебный план повышения квалификации Операторов-наладчиков обрабатывающих центров с ЧПУ.

Таблица 41 - Учебный план «Обслуживание и программирование технологических операций на ОЦ модели FVU-800 с системой управления ЧПУ HAIDENHAIN 530

№	Наименование тем	Виды занятий		
		теоретические	практические	Всего часов
1	2	3	4	5
<b>Теоретическое обучение</b>				
1	<b>Тема 1. Общие сведения о системе управления ЧПУ Heidenhain 530</b> Назначение, устройство, технические возможности и практическое применение ЧПУ Heidenhain 530 Терминология и основные понятия ЧПУ. Элементы языка программирования. Структура и содержание программы ЧПУ. Функции программирования: основные, вспомогательные.	2	-	2
2	<b>Тема 2. Общее ознакомление с панелью управления</b> Панель оператора. Функциональные клавиши. Стандартная клавиатура. Особенности панели управления Heidenhain. Элементы клавиатуры панели оператора. Панель управления станком. Режимы. Управление подачей. Управление перемещением. Управление вращением шпинделя. Управление программой. Сброс программы, программные клавиши. Отображение каналов. Аварийный останов.	2	3	5

Продолжение таблицы 41

1	2	3	4	5
3	<b>Тема 3. Управление станком</b> Область управления станком. Режимы переключения, режимы контроля. Режим Jog. Вертикальные, функциональные клавиши. Горизонтальные, функциональные клавиши. Переключение между координатами станка и координатами детали. Перемещение по осям. Размеры в приращениях. Ручное управление. Привязка инструмента. Подача. Режим MDA. Автоматический режим. Дисплей G функций.	2	3	5
4	<b>Тема 4. Управление параметрами станка</b> Параметры инструмента. Расчет параметров инструмента. Базовый дисплей параметров. Выбор инструмента. Поиск инструмента. Установка смещения инструмента. Удаление смещения инструмента. R параметры. Установка данных. Данные Jog. Данные шпинделя. Защищенные зоны. Смещение нуля.	2	8	10
5	<b>Тема 5. Управление программой</b> Типы файлов. Управляющий файл. Основной дисплей программы. Выбор заготовка\программа. Редактирование программы. Создание каталога обрабатываемых деталей. Создание программы детали или данных для обрабатываемой детали. Выбор обрабатываемой детали\программы для выполнения. Запуск, останов и прерывание программы. Корректировка программы. Поиск кадра. Условия поиска, редактор для файлов.	2	4	6
6	<b>Тема 6. Разработка управляющей программы</b> Основные и вспомогательные функции. Графический калькулятор – построение контура детали. Программирование обработки при помощи циклов. Разработка управляющей программы для обработки простых деталей. Разработка управляющей программы для обработки простой детали по чертежу. Проверка программы в 2-d симуляции.	4	16	20
<b>Практическое обучение</b>				
7	<b>Тема 7. Практическое обучение.</b> Наладка станка. Внедрение управляющей программы в покадровом режиме. Отработка практических навыков по программированию и управлению станком.	-	24	24
	Всего часов (теоретического обучения)	14	58	72

Выберем тему 1 «Общие сведения о системе управления ЧПУ Heidenhain 530». На тему отведено 2 часа теоретического обучения.

### **3.3. Разработка методики проведения занятия по теме «Основные и вспомогательные функции»**

Тема - «Общие сведения о системе управления ЧПУ Heidenhain 530»

Цели.

Обучающая:

- сформировать знания о сведениях о системе управления ЧПУ Heidenhain

- актуализировать знания о терминологии и основных понятиях ЧПУ, элементах языка программирования, структуре и содержании программы ЧПУ, функциях программирования.

Развивающая:

- Развить внимание при изучении особенностей системы управления ЧПУ Heidenhain 530

Воспитательные:

- воспитывать познавательный интерес к изучаемой теме и предмету;
- воспитывать уверенность, умение организовать и планировать свою работу на занятии, умение работать творчески.

- воспитывать культуру общения, речи (в том числе с использованием специальной предметной терминологии).

Тип занятия и его структура: урок усвоения новых знаний.

Методы обучения:

- рассказ;
- объяснение;
- метод иллюстрации;
- метод демонстрации.

Средства обучения: презентация (приложение Б).

Продолжительность занятия – 90 минут

Модель деятельности преподавателя и учащихся на занятии представим в таблице 42.

Таблица 42 - Модель деятельности преподавателя и учащихся

№ этапа	Наименование этапа урока	Деятельность преподавателя	Время (мин)	Деятельность учащихся
1	2	3	4	5
1	Организационная часть	Приветствие  Проверка присутствующих	5	Приветствуют преподавателя. Участвуют в переключке
2	Сообщение темы и цели урока	Сообщает тему, цели урока: Тема - «Общие сведения о системе управления ЧПУ Heidenhain 530» Цель урока. - сформировать знания о сведениях о системе управления ЧПУ Heidenhain - актуализировать знания о терминологии и основных понятиях ЧПУ, элементах языка программирования, структуре и содержании программы ЧПУ, функциях программирования.	5	Слушают, записывают тему урока.
3	Мотивация	Рассказывает о важности темы: Заводу необходимо увеличить выпуск продукции. С этой целью было приобретено новое оборудование с ЧПУ, в том числе и горизонтальный обрабатывающий центр WHQ13 с ЧПУ модели HEIDENHAIN TNC 530. Т.к. данный станок ранее не использовался в данном производстве, есть необходимость обучения персонала работе на нем. Таким образом, рабочие получают новые знания, умения и навыки, увеличивается заработная плата, сохраняются рабочие места. Также за счёт нового оборудования предприятие повысит качество выпускаемой продукции, снизит её себестоимость, а значит, увеличит конкурентоспособность продукции на рынке товаров.	5	Слушают. Понимают важность изучения темы.

Продолжение таблицы 42

1	2	3	4	5
4	Объяснение нового учебного материала	Преподаватель, рассказывает, объясняет новый материал, по ходу рассказа демонстрирует слайды.	55	Слушают, конспектируют, изучают слайды.
5	Закрепление новых знаний	Вопросы: 1. Назовите основные особенности числового программного управления Heidenhain. 2. Назовите преимущества системы Heidenhain 530. 3. На каких станках возможно применение системы Heidenhain 530? 4. Что такое Управляющая программа? 5. Что такое языки программирования? 6. Назовите функции программирования: подготовительные и вспомогательные.	15	Отвечают на вопросы, дополняют друг друга.
6	Домашнее задание	Повторить пройденный материал.	5	Записывают.

### Конспект изложения нового материала

Тема занятия - Общие сведения о системе управления ЧПУ Heidenhain 530 (слайд 1)

Системы ЧПУ фирмы HEIDENHAIN - это системы управления, ориентированные на работу в цехе, с помощью которых можно простым, доступным способом программировать стандартные типы обработки в диалоге открытым текстом непосредственно на станке (слайд 2).

#### *Особенности ЧПУ Heidenhain 530 (слайд 3)*

Основной особенностью числового программного управления Heidenhain является универсальность. Она обеспечивается благодаря программе TNC. Данная программа одинаково хорошо совместима как со старыми устройствами, так и с новыми. Она позволяет

выполнить любую задачу на станках. Для работы с программой не требуется навыков программирования. TNC предполагает комплекс подсказок, упрощающих работу оператора и его помощника.

*Преимущества систем Heidenhain 530 (слайд 4)*

- обеспечивает высококачественную поверхность;
- гарантирует высокую точность контуров детали;
- выполняет задачу за короткое время.

Данная система позволяет вести подготовку УП непосредственно у станка по чертежу детали, без каких либо предварительных работ технологического характера. Так же такой класс стоек позволяет вести программирование параллельно с работой станка, что позволяет исключить простои оборудования.

Составление программ в диалоге программирования открытым текстом HEIDENHAIN, удобном для пользователя, является необычайно простой операцией (слайд 5). Графика при программировании отображает отдельные шаги обработки во время ввода программы. В качестве дополнительной функции используется программирование свободного контура FK, если нет в наличии соответствующего NC-чертежа. Графическое моделирование обработки заготовки возможно как во время тестирования программы, так и в процессе ее отработки.

Системы ЧПУ фирмы HEIDENHAIN - это системы управления, ориентированные на работу в цехе, с помощью которых можно простым, доступным способом программировать стандартные типы обработки в диалоге открытым текстом непосредственно на станке. Они предназначены для применения на (слайд 6):

- Универсальных фрезерных станках;
- Высокоскоростное фрезерование;



- Пятиосевая обработка с помощью поворотной шпиндельной головки и поворотного стола;
- Пятиосевая обработка на агрегатных станках;
- Горизонтально-расточные станки;
- Обработывающие центры и автоматизированная обработка.

Ориентированность на работу в цехе делает возможным программирование оператором непосредственно на станке.

Наглядное изображение на экране показывает подсказки открытым текстом, диалоги, шаги программы, графику и функции многофункциональных клавиш Softkey.

Часто повторяющиеся шаги обработки записываются в памяти как циклы обработки. Графическая поддержка облегчает программирование и предоставляет ему возможность проверки программы.

*Позиционирование с ручным вводом данных.* Даже без составления полной программы обработки с системами ЧПУ HEIDENHAIN Вы можете приступить к делу: просто обрабатывайте заготовку поэтапно, при этом действия в ручном режиме и процедуры автоматического позиционирования могут сменять друг друга в произвольном порядке.

*Удаленное программирование.* Программы для систем ЧПУ фирмы HEIDENHAIN можно также создавать удаленно, например, в системе CAD/CAM или используя программную станцию.

Интерфейс Ethernet гарантирует минимальное время передачи, даже в случае длинных программ. iTNC 530 позволяет открывать непосредственно в ЧПУ DXF-файлы, созданные в CAD-системе, и извлекать из них контуры и позиции обработки. Таким образом, экономится не только время программирования и проверки, но кроме того, обеспечивается точное соответствие изготовленного контура требованиям конструктора.

### *Совместимость с DIN/ISO (слайд 7).*

Система ЧПУ HEIDENHAIN по сути, в себе имеет два языка программирования, функции или элементы которых могут пересекаться и взаимодействовать друг с другом. Данная стойка может работать как по стандарту DIN – ISO-7bit так и непосредственно с самим языком HEIDENHAIN. Например: Q -

iTNC 530 может управлять 12 осями. Дополнительно при программировании можно настраивать угловое положение шпинделя.

На встроенном жестком диске может храниться произвольное количество программ, в том числе тех, которые были созданы за пределами системы. Для быстроты расчетов в любой момент может быть выполнен вызов калькулятора.

Пульт управления и изображение на дисплее представлены в наглядной форме, так что можно быстро и легко получить доступ ко всем функциям.

#### *Дисплей и пульт управления*

##### *Дисплей (слайд 8,9)*

15-дюймовый цветной плоский TFT-дисплей наглядно отображает всю информацию, которая требуется для программирования, обслуживания и контроля системы управления и станка: кадры программ, указания, сообщения об ошибках и т.п. Дополнительная информация предоставляется путем графической поддержки при вводе и тестировании программы и во время обработки.

Используя „полиэкранное отображение“, можно на одной половине экрана показать NC-кадры, а на другой половине –графику или индикацию состояния. Во время отработки программы оператор может вывести на экран отчет о состоянии системы ЧПУ, который содержит информацию о позиции инструмента, выполняемой программе, активных циклах,

преобразованиях координат и т.п. Кроме того, в iTNC 530 отображается фактическое время обработки.

#### *Пульт управления (слайд 10)*

Как и все устройства ЧПУ фирмы HEIDENHAIN, пульт управления адаптирован к процессу программирования.

Рациональное расположение клавиш (слайд 11, 12) обеспечивает удобство ввода программы оператором. Для четкого обозначения функций используются логичные, понятные символы и простые аббревиатуры. Некоторые функции iTNC 530 вводятся с помощью перепрограммируемых клавиш. Для ввода комментариев или программ типа DIN/ISO система iTNC 530 оснащена алфавитной клавиатурой. Кроме того, она располагает полным набором клавиш ПК и панелью Touch-Pad для обслуживания функций Windows.

#### *Основные термины и определения о ЧПУ (слайд 13)*

Управляющая программа (УП) - это совокупность команд на языке программирования, соответствующая алгоритму функционирования станка по обработке конкретной заготовки.

Числовое программное управление станков – управление обработки заготовки на станке по УП в которой данные по обработке записаны в цифровом коде.

#### *Терминология и основные понятия ЧПУ.*

Программоноситель –это носитель геометрической и технологической информации, на котором записана управляющая программа.

Технологическая информация обеспечивает определенный цикл работы станка, содержит данные о последовательности ввода в работу различных инструментов, об изменении режима резания и включении смазочно-охлаждающей жидкости и т.д., а геометрическая – характеризует форму, размеры элементов обрабатываемой заготовки и инструмента и их

взаимное положение в пространстве.

Кадр УП – составляющая часть программы, вводимая и отрабатываемая как единое целое и содержащая не менее одной команды

Покадровая работа – функционирование устройства ЧПУ, при котором отработка каждого кадра УП происходит после воздействия оператора

Координата – величина, определяющая положение точки в пространстве по отношению к заданной базе или началу отсчета.

Нулевая точка станка – точка на узле станка, принятая за начало отсчета системы координат станка.

Исходная точка станка– точка на узле станка, определённая относительно нулевой точки станка и используемая для начала работы по УП.

Фиксированная точка станка– точка, определенная относительно нулевой точки станка и используемая для определения положения рабочего органа.

Точка начала обработки– точка, определяющая начало обработки конкретной заготовки.

Плавающий ноль– возможность перемещения посредством устройства ЧПУ начало отсчета перемещения рабочего органа в любое положение относительно нулевой точки.

*Элементы языка программирования (слайд 14).*

Основные элементы языков программирования.

*Классификация языков программирования*

*Языки программирования это формальная знаковая система, предназначенная для описания алгоритмов в форме, которая удобна для исполнителя.*

Классификация языков программирования:

- Языки низкого уровня;
- Языки высокого уровня;
- Машинно-ориентированные языки(машинные коды, Ассемблер);
- Алгоритмические языки.

### *Структура и содержание программы ЧПУ.*

Управляющая программа является упорядоченным набором команд, при помощи которых определяются перемещения исполнительных органов станка и различные вспомогательные функции. Любая программа обработки состоит из некоторого количества строк, которые называются кадрами УП. Кадр управляющей программы – составная часть УП, вводимая и отрабатываемая как единое целое и содержащая не менее одной команды. Система ЧПУ считывает и выполняет программу кадр за кадром. Очень часто программист назначает каждому кадру свой номер, который расположен в начале кадра и обозначен буквой N. В нашей программе вы можете увидеть номера кадров с N10 до N130. Большинство станков с ЧПУ позволяют спокойно работать без номеров кадров, которые используются исключительно для удобства зрительного восприятия программы и поиска в ней требуемой информации. Поэтому наша программа обработки может выглядеть и следующим образом (слайд 15):

```
%
O0001 (PAZ)
G21 G40 G49 G54 G80 G90
M06 T01 (FREZA D1)
G43 H01
M03 S1000
G00 X3 Y8
G00 Z0.5
G01 Z-1 F25
```

G01 X3 Y3

G01 X7 Y3

G01 X7 Y8

G01 Z5

M05

M30

%

В самом начале УП обязательно должен находиться код начала программы % и номер программы (например, O0001). Два этих первых кадра не влияют на процесс обработки, тем не менее они необходимы для того, чтобы СЧПУ могла отделить в памяти одну программу от другой. Указание номеров для таких кадров не допускается.

%

O0001 (PAZ)

Кадр № 10 настраивает систему ЧПУ на определенный режим работы с последующими кадрами УП. Например, G21 означает, что станок будет работать в метрической системе, то есть перемещения исполнительных органов программируются и выполняются в миллиметрах, а не в дюймах. Иногда такие кадры называют строками безопасности, так как они позволяют перейти системе в некоторый стандартный режим работы или отменить ненужные функции.

N10 G21 G40 G49 G54 G80 G90

Следующие кадры говорят станку о необходимости подготовки к обработке. Для этого нужно поставить инструмент из магазина в шпиндель (кадр N20), активировать компенсацию длины инструмента (кадр N30) и заставить шпиндель вращаться в нужном направлении на указанной скорости (кадр N40). Также вы можете использовать символы комментариев. СЧПУ игнорирует любой текст, заключенный в круглые

скобки, что позволяет, например, указать в кадре диаметр или наименование применяемой фрезы.

N20 M06 T01 (FREZA D1)

N30 G43 H01

N40 M03 S1000

Кадры с номерами от N50 до N110 непосредственно отвечают за обработку детали. В этой части УП содержатся коды, предназначенные для перемещения инструмента в указанные координаты. Например, кадр N80 перемещает инструмент в точку с координатами X3, Y3 со скоростью подачи, равной 25 миллиметров в минуту.

N50 G00 X3 Y8

N60 G00 Z0.5

N70 G01 Z-1 F25

N80 G01 X3 Y3

N90 G01X7Y3

N100 G01 X7 Y8

N110 G01 Z0.5

Заключительные кадры предназначены для останова шпинделя (кадр N120) и завершения программы (кадр N130):

N120 M05

N130 M30

%

Схематично любую УП можно представить в виде следующих областей (слайд 16):

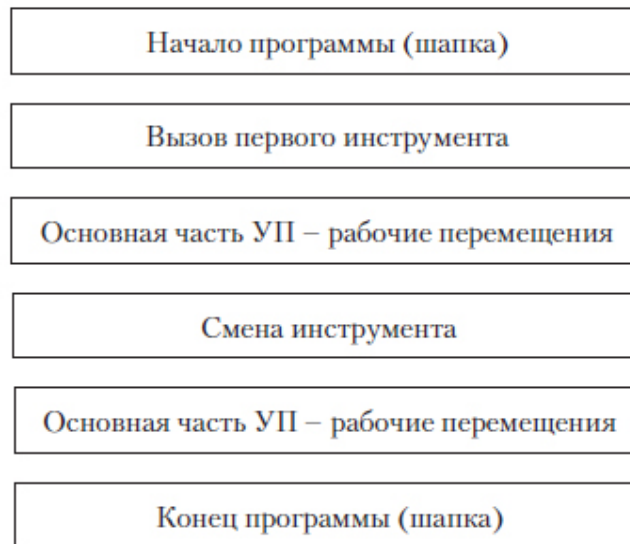


Рисунок 12 - Области управляющей программы

*Функции программирования: основные, вспомогательные.*

Функции с адресом G – называются подготовительными, они определяют условия работы станка связанные с программированием геометрии перемещения инструмента (слайд 17).

Подготовительные функции определяют режим и условия работы системы и станка. Их используют, например, для программирования типа перемещения (с линейной или круговой интерполяцией, и др.). В соответствие с международным стандартом за каждой функцией закреплено определенное значение. Некоторые номера остаются свободными, они могут использоваться пользователем по своему усмотрению. Большинство подготовительных функций одинаково для различных систем ЧПУ. Но есть некоторые отличия.

В современных системах ЧПУ подготовительные функции обозначаются адресом G и двухзначным номером. Слова с G-адресами относятся к числу инструкций.

Все подготовительные функции разбиты на группы (табл.1), причем функции из разных групп взаимно независимы. G-функции одной и той же группы взаимно модальны, т. е. действуют до отмены G-функцией из той же группы.



Таблица 43 - Группы G-функций

Коды	Описание
1	2
G00-G03	Координатные перемещения
G17-G19	Переключение рабочих плоскостей (XY, ZX, YZ)
G20-G21	Не стандартизовано
G40-G44	Компенсация размера различных частей инструмента (длина, диаметр)
G53-G59	Переключение систем координат
G80-G85	Циклы сверления, растачивания, нарезания резьбы
G90-G91	Переключение способов задания координат (абсолютное, относительное)

В кадре может быть представлена только одна G-функция из своей группы. В то же время в кадре может быть несколько G-функций из разных групп.

Функции с адресом M – называются вспомогательными (от англ. Miscellaneous) и предназначены для управления различными режимами и устройствами станка (слайд 18).

Таблица 44 - Группы M-функций

Обозначение	Назначение
1	2
M00	Программируемый останов
M01	Останов с подтверждением
M02	Конец программы
M03	Вращение шпинделя по часовой стрелке
M04	Вращение шпинделя против часовой стрелки
M05	Останов шпинделя
M06	Смена инструмента
M08	Включение охлаждения
M09	Отключение охлаждения
M17	Возврат из подпрограммы
M18	Позиционирование шпинделя на заданный угол
M19	Ориентация шпинделя
M20	Конец повторяющегося отрезка программы
M30	Останов и переход в начало управляющей программы
M99	Продолжить выполнение УП первого кадра

Вспомогательные функции могут использоваться одиночно или совместно с другими адресами, например, кадр ниже производит установку инструмента с номером 1 в шпиндель.

N10 T1 M6,

где *T1* – инструмент номер 1;

*M6* – смена инструмента;

В данном случае под командой M6 на стойке ЧПУ скрывается целый набор команд, которые обеспечивают процесс замены инструмента:

- перемещение инструмента в позицию смены;
- выключение оборотов шпинделя;
- перемещение устанавливаемого инструмента в магазине;
- замена инструмента;

Использование M-кодов допускается в кадрах с перемещением инструмента, например, в строке ниже охлаждение включится (M8) одновременно с началом движения фрезы.

N10 X100 Y150 Z5 F1000 M8

M-коды, включающие какое-либо устройство станка, имеют парный M код, который это устройство выключает.

Например,

M8 – включить охлаждение,

M9 – выключить охлаждение;

M3 – включить обороты шпинделя,

M5 – выключить обороты;

Допускается использование нескольких M команд в одном кадре.

Соответственно, чем больше устройств имеет станок, тем больше M команд будет задействовано в его управлении.

Таблица 45 - Вопросы для закрепления нового материала

Вопрос	Предполагаемый ответ
1	2
Назовите основные особенности числового программного управления Heidenhain	Основной особенностью числового программного управления Heidenhain является универсальность. Она обеспечивается благодаря программе TNC. Данная программа одинаково хорошо совместима как со старыми устройствами, так и с новыми. Она позволяет выполнить любую задачу на станках. Для работы с программой не требуется навыков программирования. TNC предполагает комплекс подсказок, упрощающих работу оператора и его помощника.
Назовите преимущества системы Heidenhain 530	Преимущества систем Heidenhain 530 -обеспечивает высококачественную поверхность; -гарантирует высокую точность контуров детали; -выполняет задачу за короткое время.
На каких станках возможно применение системы Heidenhain 530?	. Они предназначены для применения на (слайд 6): Универсальных фрезерных станках Высокоскоростное фрезерование Пятиосевая обработка с помощью поворотной шпиндельной головки и поворотного стола Пятиосевая обработка на агрегатных станках Горизонтально-расточные станки Обрабатывающие центры и автоматизированная обработка
Что такое Управляющая программа?	Управляющая программа (УП) - это совокупность команд на языке программирования, соответствующая алгоритму функционирования станка по обработке конкретной заготовки.
Дайте понятие Числового программного управления станков	Числовое программное управление станков – управление обработки заготовки на станке по УП в которой данные по обработке записаны в цифровом коде.
Что такое языки программирования?	Языки программирования это формальная знаковая система, предназначенная для описания алгоритмов в форме, которая удобна для исполнителя.
Назовите функции программирования: подготовительные и вспомогательные	Функции с адресом G – называются подготовительными, они определяют условия работы станка связанные с программированием геометрии перемещения инструмента. Функции с адресом M – называются вспомогательными (от англ. Miscellaneous) и предназначены для управления различными режимами и устройствами станка

### *Подведение итогов занятия*

Преподаватель подводит итоги занятия, задает домашнее задание.

Слушатели записывают домашнее задание.

Преподаватель благодарит слушателей за внимание.

## **3.4. Разработка методического обеспечения для проведения занятия**

Применение презентационного материала при проведении занятий решает многие проблемы визуализации новой информации, но требует определенного оснащения

Специальный компьютерный проектор, подключается к ПК и предоставляющий возможность чтения лекций в большой аудитории с выводом информации на экран. Это удобный и мобильный вариант, так как проектор и компьютер можно переносить в различные аудитории.

Для нашей методической разработки мы разработали презентацию в программе Microsoft Power Point, входящей в стандартный набор офисных пакетов Microsoft Office. Она обладает тем несомненным преимуществом, что они имеют стандартный интерфейс (система меню, панели инструментов, настройки, сообщения в диалоговых окнах) с другими программами, входящими в данный пакет.

*Достоинствами* программы Microsoft Power Point являются:

- наличие стандартного набора шаблонов заднего плана и готовых форм разметки для расположения текстовых, графических и других элементов в кадре, а также возможно и авторское оформление слайдов;
- исключительная простота и самые широкие возможности редактирования, что позволяет легко изменять дизайн, структуру и содержание презентации вплоть до полной замены всего содержания - это позволяет использовать готовые презентации одного курса как основу для

быстрого создания презентаций по любому предмету;

- большие возможности в области интернет-технологий, позволяющие, сохранив презентацию учебного курса как веб-страницу или веб-архив, опубликовать ее в интернете, сделав доступной для других заинтересованных пользователей, как для индивидуальной, так и для совместной работы (либо в режиме веб-обсуждения, либо в режиме реального времени в собраниях по сети). Здесь уже необходимо отметить и уникальную возможность проводить учебные занятия (осуществлять вещание презентации) через интернет. Это позволяет проводить учебные занятия, даже когда учащиеся находятся в разных местах; также можно записать и сохранить сеанс вещания для последующего просмотра (повторения, анализа и т.д.);

- о стимулирование активной деятельности студентов на уроке (чему способствует более привлекательная форма посещения урока как презентации);

- возможны два варианта демонстрации слайдов: автоматическое, сменой кадров управляет сама программа и ручное продвижение, когда смена кадров осуществляется с помощью клавиатуры (мыши), что удобно при чтении лекции, так как смена слайдов зависит от быстроты речи педагога, а не наоборот, и существует возможность быстрого возврата назад при необходимости;

- несомненным достоинством является возможность использования всех доступных в настоящее время способов предъявления информации в текстовом, графическом, анимированном виде, включение в документ видео – и аудиофрагментов; возможность подключения компонентов реализованных с помощью других технологий позволяющих не ограничиваться только стандартным предъявлением информации в виде сообщения, но также и активизировать внимание.

Чтение лекций, объяснение теоретического материала, разбор решения практических задач существенно упрощается при использовании заранее подготовленных слайдов. Использование компьютерных технологий для подготовки и демонстрации качественных слайдов имеет ряд своих особенностей и подводных камней. Независимо от способов показа слайдов, можно предложить два варианта построения электронного лектория:

- отдельные, заранее жестко не связанные кадры, демонстрация которых осуществляется выборочно, по мере необходимости. Слайды представляют собой графические изображения (картинки). Рекомендуется по возможности использовать не более 12 – 16 файлов. Достоинства этого варианта - быстрый выбор произвольного слайда, простая компоновка (подбор) серии слайдов. Недостатками являются ограничение на количество слайдов для одной лекции, вынужденные паузы, связанные с поиском и открытием следующего кадра;

- заранее спроектированная последовательность слайдов (кадров) целостного занятия. Его достоинства - быстрая подготовка отдельных кадров и всего электронного лектория, удобная сортировка, а также временное отключение некоторых слайдов, наличие встроенных эффектов, возможность использования аудиооформления (звуковой фон, речевое озвучивание) и др.

Недостаток в меньшей гибкости во время чтения лекции по сравнению с первым вариантом.

Учитывая наличие учебного класса, оснащенного компьютерным проектором, самым оптимальным является разработка комплекта презентационного материала в программе Microsoft Power Point из пакета Microsoft Office и демонстрация его с помощью проектора в ходе чтения лекции.

Применение презентационного материала позволяет активизировать учебно-познавательную деятельность, но требует тщательной подготовки материала для слайдов и также тщательной подготовки преподавателя.

### **3.5. Заключение**

В методической части дипломного проекта был выполнен анализ профессионального стандарта по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ», проанализирована рабочая программа повышения квалификации Оператора-наладчика станков с программным управлением для работы на обрабатывающем центре FVU-800, с системой ЧПУ HAIDENHAIN 530, а также разработан урок теоретического обучения с применением электронной презентации. Занятие разработано для слушателей, обучающихся в учебном центре ПАО «МЗиК».

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В начале нашей работы мы поставили перед собой цель - усовершенствовать технологический процесс механообработки детали «Корпус редуктора погрузчика» в условиях действующего предприятия ПАО «МЗиК», с использованием прогрессивного оборудования, высокопроизводительного инструмента.

Для ее воплощения мы решили следующие задачи:

- усовершенствовали техпроцесс для условий среднесерийного производства детали «Корпус», изготавливаемой из сплава алюминия АК7ч ГОСТ 1583-93;
- применили высокопроизводительное оборудование для обработки детали;
- выполнили основные технологические расчеты припусков, режимов резания, технологических норм времени;
- произвели расчеты капитальных затрат, технологической себестоимости детали (в том числе затраты на материалы, на заработную плату рабочих, на электроэнергию, на оснастку и так далее);
- разработали занятие теоретического обучения для повышения квалификации рабочих по профессии Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ;

Таким образом, все поставленные задачи решены и цель достигнута.



## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Акимова Т. А., Хаскин В. В. Экология: Учебник для вузов. Изд. 2-е, перераб. и доп. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2000. 566с.
2. Ансеров М. А. Приспособления для металлорежущих станков. Расчеты и конструкции. Изд. 3-е, стереотипное. - Изд-во "Машиностроение" - М.: 1955. 648 с.
3. Антонюк В. Е. Конструктору станочных приспособлений.: Спр. пособие. - Минск: Беларусь, 1991. 400 с.
4. Безрукова В.С. Педагогика. Проективная педагогика. Учебное пособие для инженерно-педагогических институтов и индустриально-педагогических техникумов. – Екатеринбург: Издательство «Деловая книга», 1996. 344 с.
5. Бородина Н. В., Горонович М. В., Фейгина М. И. Подготовка педагогов профессионального обучения к перспективно-тематическому планированию: модульный подход: Учеб. пособие. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2002. 260 с.
6. ГН 2.2.5.1313-03 ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны.
7. Горбачевич А. Ф., Шкред В. А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. - Изд-во «Высшая школа», 1983. - 255 с.
8. Горошкин А.К. Приспособления для металлорежущих станков: Справ. М.: Машиностроение, 1979. 304 с.
9. Грузинов В. П., Грибов В. Д. Экономика предприятия: Учебное пособие. - 2-е изд., доп. - М.: Финансы и статистика, 2002. 208 с.
10. ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ стоя.
11. ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ. Оборудование производственное. Общие эргономические требования.

12. ГОСТ 12.0.003-88 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы
13. ГОСТ 12.1.030-96 ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление.
14. Демина Т. А. Экология, природопользование, охрана окружающей среды. - М.: АО "Аспект Пресс", 1994. 160 с.
15. Добрыднев И. С. Курсовое проектирование по предмету "Технология машиностроения": Учебн. пособие для техникумов по специальности "Обработка металлов резанием". – М.: Машиностроение, 1985. 184 с.
16. Допуски и посадки: Справ.: В 2 ч./ В.Д. Мягков, М.А. Палей, А.Б. Романов, В.А. Брагинский. Л.: Машиностроение. Ленингр. отд., 1983. Ч. 1. 543 с.; Ч. 2. 448 с.
17. Задания и методические указания к контрольной работе по дисциплине «Технология машиностроения» (ГОС - 2000). - Екатеринбург, 2002. 32 с.
18. Каталог и техническое руководство. 2006. SECO.
19. Козлова Т.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. Пособие. – Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. проф.-пед. ун-та, 2001. 169 с.
20. Коробкин В. И., Передельский Л. В. Экология в вопросах и ответах: Учебное пособие / Под ред. Г. Ф. Невской. - М.: Изд-во МГУ, 1993. 216 с.
21. Коробкин В. И., Передельский Л. В. Экология. Изд. 4-е, доп. и перераб. - Ростов н/Д: изд-во «Феникс», 2003. 576 с.
22. Кукин П. П., Лапин Л. Л., Пономарев Н. Л. и др. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств (охрана труда). Изд. второе, испр. и доп. М.: «Высшая школа», 2001, 317с.

23. Макиенко Н. И. Слесарное дело с основами материаловедения. Учебник для подготовки рабочих на производстве. Изд-во 5-е, переработ. М., "Высш. шк.", 1973. 464 с

24. Маталин А.А. Технология машиностроения: Учеб. для машиностроит. вузов по спец. «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты». Л.: Машиностроение. Ленингр. отд - ние, 1985. 496 с.

25. Матюшкин А.М. Проблемные ситуации в мышлении и обучении. – М., 1972.

26. Махмутов М.И. Теория и практика проблемного обучения. – Казань, 1979.

27. Методические указания по выполнению экономической части дипломных работ. – Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2002. 16 с.

28. Мокроносов А. Г., Руткаускас Т. К. Экономика предприятия: анализ, планирование и оценка: Учеб.-метод. пособие. 2-е изд., перераб. и доп. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2004. 164 с.

29. Обработка металлов резанием: Справочник технолога/ А.А. Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойм и др.; Под общ. ред. А.А. Панова. – М.: Машиностроение. 1988. 736 с.: ил.

30. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ: Сер. пр-во. М.: Машиностроение, 1974. 136 с.

31. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с ЧПУ, М.: Экономика, 1990 с. 207.

31. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках В 2 ч. М.: Машиностроение, 1974. 416 с.

33. Охрана труда в машиностроении. / Под ред. Юдина Е. Я., Белова С. В. м.: Машиностроение, 1983. 234 с.

34. Педагогика: Учебное пособие для студентов пед. ин-тов. /Под ред. Ю.К.Бабанского. – 2-е изд., доп. и перераб. – М.: Просвещение, 1993. 479 с.

35. Подласый И.П. Педагогика. Новый курс: Учебник для студ.пед.вузов: В 2 кн. – М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 1999.

36. ППБ-01-03 Правила пожарной безопасности в РФ.

37. Расчеты экономической эффективности новой техники: Справ. /Под ред. К.М. Великанова. Л.: Машиностроение, 1990. 430 с.

38. Руденко П.А. Проектирование технологических процессов в машиностроении. Киев: Высшая шк. 1985. 255 с.

39. Руденко П. А. и др. Проектирование и производство заготовок в машиностроении: Учеб. пособие/ П. А, Руденко. Ю. А, Харламов, В. М. Плескач; Под общ. ред. Плескача. - К.: Высшая шк., 1991. 247 с.

40. Русак О. Н., Малаян К. Р., Занько Н. Г. Безопасность жизнедеятельности: Учебное пособие. 5-е изд., стер. / Под ред. О. Н. Русака. - СПб.: Издательство «Лань», 2002. 448 с.

41. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений

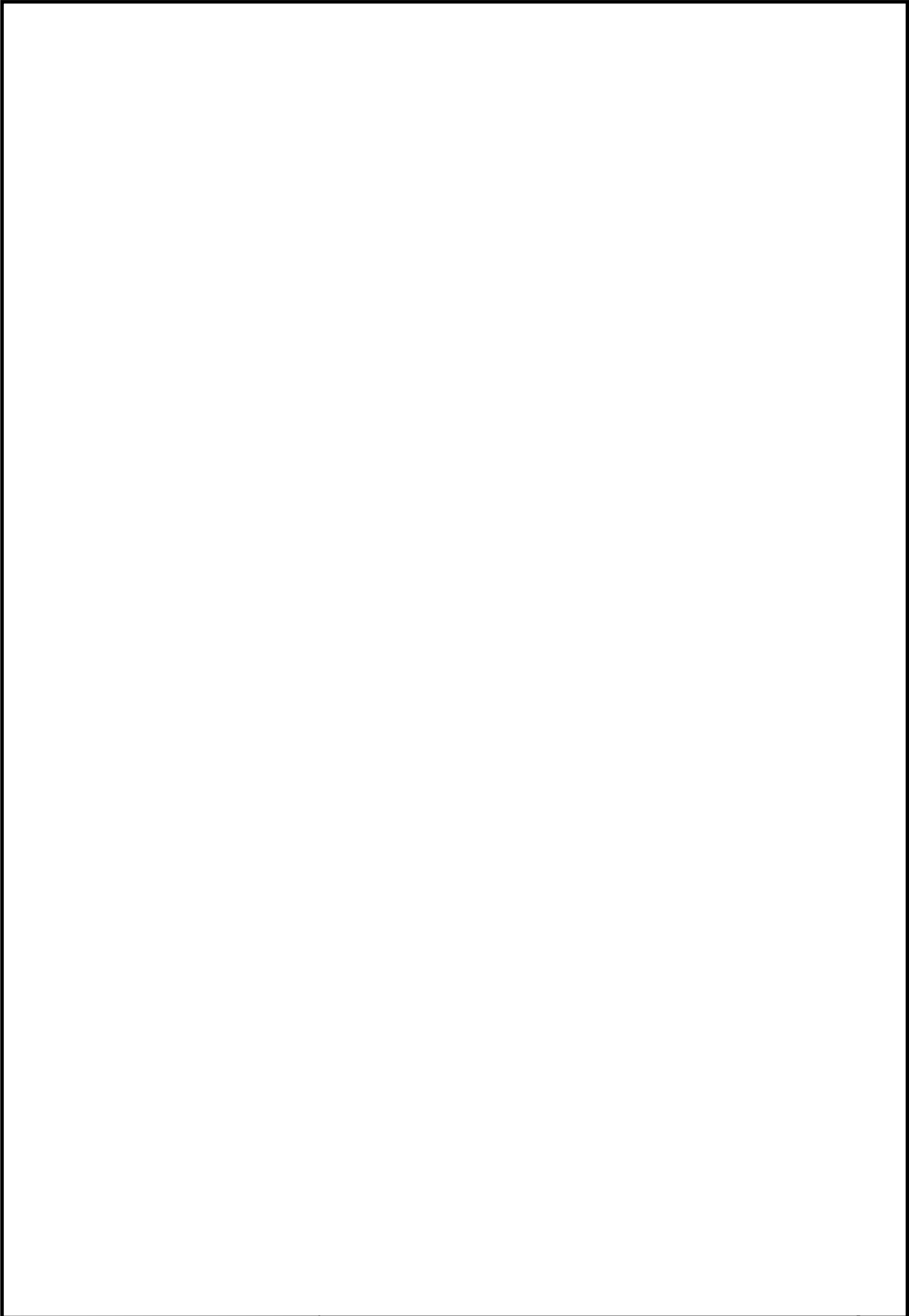
42. Скаун В. А. Преподавание общетехнических и специальных предметов в средних ПТУ: Метод. пособие.- М.: Вышш. шк., 1987.- 272 с. 46. СП 5160-89 Санитарные правила для механических цехов (обработка металлов резанием)

43. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

44. СН 2.2.4/2.1.8.566 - 96 Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий.
45. СНиП 23-05-95\* Естественное и искусственное освещение
46. Справочник нормировщика, т.11 под редакцией М.М.Семеновой, Ленинград, 1960. 890с.
47. Справочник технолога машиностроителя: В 2 т. Т.1/ Под. ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. 4 - е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1985. 656 с.
48. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.2. / Под ред. А.К. Косиловой и Р.К. Мещерякова. -4-е изд.-М.: Машиностроение. 1985. 496 с.
49. Схиртладзе А. Г., Новиков В. Ю. Станочные приспособления: Учеб. пособие для вузов. - М.: Высш. шк., 2001. 110 с.
50. Технология машиностроения: В 2 кн. Кн.1. Основы технологии машиностроения: Учеб. пособ. для вузов/ Э.Л. Жуков, И.И. Козарь, С.Л. Мурашкин и др.; Под. ред. С.Л. Мурашкина. - 2 - е изд., доп. – М.: Высш. шк., 2005. 278 с.: ил.
51. Технология машиностроения: В 2 кн. Кн.2. Производство деталей машин: Учеб. пособ. для вузов/ Э.Л. Жуков, И.И. Козарь, С.Л. Мурашкин и др.; Под. ред. С.Л. Мурашкина. - 2 - е изд., доп. – М.: Высш. шк., 2005. 295 с.: ил.
52. Хван Т. А., Хван П. А. Безопасность жизнедеятельности. Серия «Учебники и учебные пособия». Ростов н/Д: «Феникс», 2000. - 416 с.
53. Шепеленко Г. И. Экономика, организация и планирование производства на предприятии. Учебное пособие для студентов экономических факультетов и вузов. 2-е изд., доп. перераб. - Ростов-на-Дону: издательский центр «МарТ», 2000. - 544 с.

54. Шмелен Г. Основы и проблемы экономики предприятия: Пер. с нем./Под ред. проф. А. Г. Поршнева. - М.: Финансы и статистика, 1996. 512с.

55. Эрганова Н. Е. Основы методики профессионального обучения: Учеб. пособие.- 4-е изд., испр. и доп.- Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. проф.-пед. ун-та, 2007. 155 с.



					ДП 44.03.04.302 ПЗ	
						103

## Тема занятия Общие сведения о системе управления ЧПУ Heidenhain 530



### Системы ЧПУ фирмы HEIDENHAIN

Системы ЧПУ фирмы HEIDENHAIN - это системы управления, ориентированные на работу в цехе, с помощью которых можно простым, доступным способом программировать стандартные типы обработки в диалоге открытым текстом непосредственно на станке.



2



## Особенности ЧПУ HEIDENHAIN

- Основной особенностью числового программного управления Хайденхайн является универсальность. Она обеспечивается благодаря программе TNC. Данная программа одинаково хорошо совместима как со старыми устройствами, так и с новыми. Она позволяет выполнить любую задачу на станках. Для работы с программой не требуется навыков программирования. TNC предполагает комплекс подсказок, упрощающих работу оператора и его помощника.



3

## Преимущества систем HEIDENHAIN






- обеспечивает высококачественную поверхность;
- гарантирует высокую точность контуров детали;
- выполняет задачу за короткое время.



4

Составление программ в диалоге программирования открытым текстом HEIDENHAIN, удобном для пользователя, является необычайно простой операцией.

Режим диалога

Клавиши	Пояснения	Функция
	Enter ➔ - ответ "Да"	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ввод и сохранение значения</li> <li>Продолжение работы</li> </ul>
	No Enter ➔ - ответ "Нет"	<ul style="list-style-type: none"> <li>Отмена ввода значения</li> <li>Продолжение работы</li> </ul>
	Clear Entrance ➔ - сброс	<ul style="list-style-type: none"> <li>Удаление введенного значения: „0“</li> </ul>
	End of Block ➔ Конец блока	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ввод всей записи</li> <li>Прекращение ввода данных</li> <li>Прерывание функций</li> </ul>
	Delete Block ➔ - удаление блока	<ul style="list-style-type: none"> <li>Удаление кадра программы</li> </ul>

5

**Системы ЧПУ фирмы HEIDENHAIN предназначены для применения на:**

- Универсальных фрезерных станках
- Высокоскоростное фрезерование
- Пятиосевая обработка с помощью поворотной шпиндельной головки и поворотного стола
- Пятиосевая обработка на агрегатных станках
- Горизонтально-расточные станки
- Обработывающие центры и автоматизированная обработка

6

## Совместимость с DIN/ISO

Данная стойка может работать как по стандарту DIN – ISO-7bit так и непосредственно с самим языком HEIDENHAIN.



7

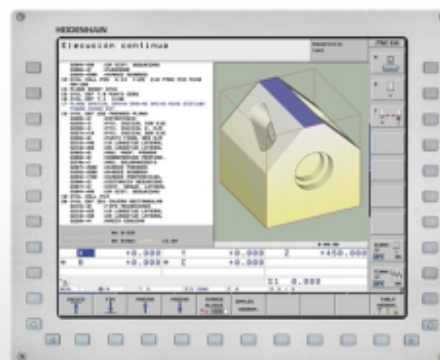
## Дисплей и пульт управления



8

## Дисплей

15-дюймовый цветной плоский TFT-дисплей наглядно отображает всю информацию, которая требуется для программирования, обслуживания и контроля системы управления и станка: кадры программ, указания, сообщения об ошибках и т.п. Дополнительная информация предоставляется путем графической поддержки при вводе и тестировании программы и во время обработки.



Используя „полиэкранный отображение“, можно на одной половине экрана показать NC-кадры, а на другой половине –графику или индикацию состояния.

9

## Пульт управления











Как и все устройства ЧПУ фирмы HEIDENHAIN, пульт управления адаптирован к процессу программирования.

Рациональное расположение клавиш обеспечивает удобство ввода программы оператором. Для четкого обозначения функций используются логичные, понятные символы и простые аббревиатуры.



10

# Клавиши пульта управления

<b>Клавиши на дисплее</b>  Выбор распределения экрана  Отображение режима работы станка или режима программирования  Softkey: выбор функции на дисплее  Переключение панелей Softkey	<b>Режимы работы станка</b>  Ручной режим  Электронный маховик  Позиционирование с ручным вводом данных  Пошаговое выполнение программы  Выполнение программы в автоматическом режиме smartTNC	<b>Режимы программирования</b>  Сохранение и редактирование программы  Тест программы с графическим моделированием  Прямая, фаска  Дуга по центру  Дуга по заданному радиусу  Дуга по касательной  Скругление углов  Ввод и вывод из контура  Программирование свободного контура  Программирование в полярных координатах  Программирование в приращении	 Назначение параметра вместо числа/определение параметра  Присвоение фактической позиции  Определение и вызов инструментов  Определение и вызов циклов  Обозначение/вызов подпрограмм и повторов  Программируемый вызов программы  Программируемая задержка/прерывание  Функции измерительного щупа  Спецификации, например, TCPM или PLANE
<b>Клавиши пульта управления</b>  Управление файлами, функциями MTP  Управление и удаление программы  Дополнительные режимы работы  Функция помощи  Индикация сообщений об ошибках  Выход калькулятора	<b>Навигация</b>  smartTNC: выбор следующего формата  smartTNC: навигация по диалоговым окнам		

11

## Назначение клавиш

С помощью специальной клавиши активируется режим smart T.NC. Другие зеленые клавиши служат для навигации.



С помощью серых клавиш траекторий программируются открытым текстом прямые и дуги, которые можно определять разными способами.



Многие функции вводятся посредством Softkeys (перепрограммируемых клавиш).



Для ввода программ согласно DIN/ISO следует использовать голубые клавиши алфавитной клавиатуры.



12

## Основные термины и определения о ЧПУ

- Управляющая программа (УП) - это совокупность команд на языке программирования, соответствующая алгоритму функционирования станка по обработке конкретной заготовки.
- Числовое программное управление станков – управление обработки заготовки на станке по УП в которой данные по обработке записаны в цифровом коде.

13

## Элементы языка программирования



14



## Структура и содержание программы ЧПУ

% - код начала программы

O0001 (PAZ) - номер программы

N10 G21 G40 G49 G54 G80 G90 - настраивает систему ЧПУ на определенный режим работы с последующими кадрами УП

N20 M06 T01 (FREZA D1) - постановка инструмента из магазина в шпиндель

N30 G43 H01 - активизация компенсации длины инструмента

N40 M03 S1000 - вращение шпинделя в нужном направлении на указанной скорости

N50 G00 X3 Y8

N60 G00 Z0.5

N70 G01 Z-1 F25

N80 G01 X3 Y3

N90 G01 X7 Y3

N100 G01 X7 Y8

N110 G01 Z5

N120 M05 - останов шпинделя

M30 - завершение программы

%

отвечают за обработку детали.  
В этой части УП содержатся коды, предназначенные для перемещения инструмента в указанные координаты.

15

Схематично любую УП можно представить в виде следующих областей:

Начало программы (шапка)

Вызов первого инструмента

Основная часть УП – рабочие перемещения

Смена инструмента

Основная часть УП – рабочие перемещения

Конец программы (шапка)

16

## Функции программирования

Функции с адресом G – называются подготовительными, они определяют условия работы станка связанные с программированием геометрии перемещения инструмента.

Коды	Описание
G00-G03	Координатные перемещения
G17-G19	Переключение рабочих плоскостей (XY, ZX, YZ)
G20-G21	Не стандартизовано
G40-G44	Компенсация размера различных частей инструмента (длина, диаметр)
G53-G59	Переключение систем координат
G80-G85	Циклы сверления, растачивания, нарезания резьбы
G90-G91	Переключение способов задания координат (абсолютное, относительное)

17

Функции с адресом M – называются вспомогательными (от англ. Miscellaneous) и предназначены для управления различными режимами и устройствами станка.

Обозначение	Назначение
M00	Программируемый останов
M01	Останов с подтверждением
M02	Конец программы
M03	Вращение шпинделя по часовой стрелке
M04	Вращение шпинделя против часовой стрелки
M05	Останов шпинделя
M06	Смена инструмента
M08	Включение охлаждения
M09	Отключение охлаждения
M17	Возврат из подпрограммы
M18	Позиционирование шпинделя на заданный угол
M19	Ориентация шпинделя
M20	Конец повторяющегося отрезка программы
M30	Останов и переход в начало управляющей программы
M99	Продолжить выполнение УП первого кадра

18



## Вопросы для закрепления нового материала

Назовите основные особенности числового программного управления Heidenhain.

Назовите преимущества системы Heidenhain 530.

На каких станках возможно применение системы Heidenhain 530?

Что такое Управляющая программа?

Дайте понятие Числового программного управления станков.

Что такое языки программирования?

Назовите функции программирования: подготовительные и вспомогательные.

19


					ДП 44.03.04.302 ПЗ	114